



AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADES E RISCOS FLUVIAIS PARA A REABILITAÇÃO DE UM TROÇO DE UM RIO OU RIBEIRA

Estudo da Ribeira da Certagem

TIAGO LUÍS DE MIL-HOMENS E VINAGRE

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM HIDRÁULICA

Orientador: Professor Doutor Rodrigo Jorge de Oliveira Maia

JULHO DE 2008

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo autor, não podendo o editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra, em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Pai, mãe e avós, esta tese é vossa, fruto do vosso amor carinho e dedicação.
Irmão, em ti se espelha todo o empenho, suor e força de vontade desta tese.
Namorada, sem ti nada disto fazia sentido, em ti está o orgulho e procura da felicidade que fez transcender esta tese.

“Água, só vejo água por toda parte, e nem só uma gota que se beba.”

Poema do velho Samuel Coleridge.

“Só sentirás a falta da tua água quando o poço secar.”

Bob Marley

Este livro não é destinado aos “intelectuais da engenharia”. De facto, o autor está neste ponto de acordo com Bernanos quando este diz “l’intellectuel est si souvent un imbécile que nous devrions toujours le tenir pour tel...”. Este livro é assim dedicado às pessoas simples, e mais uma vez é de lembrar o pensamento de Bernanos quando este apostrofa: “Jes gens simples simplifient, quoi miex?”

(in LNEC, Prontuário de Eng de Solos)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor Rodrigo Maia, agradeço o incentivo à realização deste trabalho e todas as condições que me proporcionou, especialmente a equipa de trabalho onde estive integrada. Agradeço também a sua boa orientação, a amizade e a confiança.

Ao Eng. e Mestre Pedro Teiga, agradeço a disponibilidade e o apoio no acompanhamento que me deu ao longo destes meses de trabalho. Mas, especialmente agradeço a simpatia e a amizade com que sempre me tratou.

Ao Eng. Doutor Cheng Chia-Yau pela execução das análises físico-químicas.

Ao Eng. Doutor Paulo Monteiro pela disponibilidade de dados e do levantamento topográfico detalhado.

Ao Eng. Doutor Joaquim Barbosa pela disponibilidade dos ortofotomapas.

À Dra. Márcia Moreno e Dra. Sílvia Forno pelas horas passadas no minucioso trabalho de correcção e revisão.

À Arq. Rita Barata pela ajuda incansável na execução dos desenhos assistidos por computador.

A todos os meus colegas de trabalho agradeço o companheirismo e a alegria que sempre estiveram presentes no nosso ambiente de trabalho.

Aos meus pais, ao irmão e à minha namorada, por todas as condições que me ofereceram e por terem sempre acreditado em mim, incentivando-me sempre a estudar. Agradeço-lhes também a tolerância, a força e o ânimo que me deram durante este percurso.

A todos que directa ou indirectamente estiveram envolvidos neste trabalho, agradeço a disponibilidade e a simpatia com que sempre fui recebido.

RESUMO

Em Portugal, os rios e as ribeiras apresentam inúmeros problemas, como consequência de descargas de águas residuais domésticas e industriais, deposição ilegal de entulhos, construção/ocupação desmedida do leito de cheia, destruição da galeria ripícola e canalização dos troços.

Estes problemas causam implicações directas nos ecossistemas ribeirinhos, nomeadamente alterações físicas, químicas, biológicas e hidrogeomorfológicas, para os quais é urgente actuar segundo os objectivos e metodologias no processo de reabilitação de rios e ribeiras.

É objectivo principal desta dissertação a elaboração de uma proposta de contributos para o processo de reabilitação fluvial. Para este fim, foi pesquisada a bibliografia existente, onde se destacaram os aspectos mais importantes do conhecimento no que concerne aos estudos de vulnerabilidades e riscos, à reabilitação de rios e à legislação aplicável. Foram também estudados os objectivos e enquadramento de metodologias possíveis de serem aplicadas. Desta análise foram seleccionadas para um estudo de pormenor algumas das mais utilizadas e, simultaneamente, aquelas que, em tempo útil, disponibilizaram as ferramentas necessárias para as saídas de campo, nomeadamente, *River Habitat Survey* (RHS), Projecto Rios, Estudo da Fauna, Agência de Água Catalã (ACA), *Riparian Quality Index* (RQI) e Instituto Nacional da Água (INAG).

Após uma análise cuidada dos procedimentos de cada metodologia foi feita uma análise prévia de acordo com os parâmetros utilizados, a facilidade de obtenção de dados e resultados, a exequibilidade e rapidez de execução das ferramentas em intervenções de reabilitação de rios e ribeiras.

Posteriormente, as metodologias foram aplicadas na ribeira da Certagem (Matosinhos). Foram reunidos os resultados no sentido de confrontar os métodos utilizados e aferir os parâmetros que melhor avaliam o estado da ribeira.

Este estudo resultou na proposta de uma nova metodologia, enquadrada na legislação em vigor, que reúne parâmetros resultantes dos métodos, associados ao estudo dos riscos e vulnerabilidades.

Esta nova abordagem tem em vista auxiliar o processo de reabilitação de rios e ribeiras. Assim pretende-se contribuir para a aplicação da Directiva Quadro da Água (DQA) e para a sustentabilidade da população local.

PALAVRAS-CHAVE: Vulnerabilidades; Riscos; Ribeiras; Rios; Reabilitação

ABSTRACT

In Portugal, the rivers and streams have many problems as a result of discharges of industrial and domestic waste water, illegal waste disposing, over construction / occupation of the flooding, the destruction of the riparian gallery and of the canalization of the sectors. (INAG, 2005; Teiga, 2003).

These problems cause direct implications on coastal ecosystems, including physical, chemical, biological and hidrogeomorphological changes, for which it is urgent to act according to the objectives and methodologies in the process of rehabilitation of rivers and streams.

This project mainly aims at developing a proposal of contributions to the process of fluvial restoration. In order to achieve this, the related literature was studied and the most important aspects regarding the studies of the vulnerability and risks, the rehabilitation of the rivers and the applicable law stood out. The objectives and the use of the conceptually applied methodologies were also studied. From this analysis, some of the most used ones were selected for a more detailed study, as well as those which, in time, provided the necessary tools for the exits to the field, in particular, River Habitat Survey - RHS, "Projecto Rios" (Rivers Project), "Estudo da Fauna" (Study of the Fauna), "Agência de Água Catalã" - ACA (Catalan Water Agency), "Riparian Quality Index" - RQI and "Instituto Nacional da Água" - INAG (National Institute of Water).

After a careful analysis of the procedures of each methodology, there was a prior review according to the parameters used, to the easiness of obtaining data and results, to the feasibility in time and to the speed of the implementation of the assistance procedures in rivers and streams rehabilitation processes.

Subsequently, the methodologies were applied to the Certagem stream (Matosinhos). The results were gathered to compare the methods which were used and to assess the parameters that better report the condition of the stream.

This study resulted in the proposal of a new approach, incorporated in the legislation, which brings together parameters resulting from the methods described above, associated with the study of the risks and vulnerabilities.

This new approach mainly aims the process of rehabilitation of rivers and streams. Thus it is intended to contribute to the implementation of the Water Framework Directive – WFD - and to the sustainability of the local population.

Key Words: Vulnerabilities; Risks; Streams; Rivers; Restoration

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJECTIVOS	2
1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2 ESTADO DA ARTE	3
2.1 DEFINIÇÕES	3
2.2 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE E RISCOS	4
2.2.1 QUESTÕES GERAIS – RISCO NATURAL	4
2.2.2 IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS	5
2.2.3 NATUREZA DOS RESULTADOS E OUTRAS TÉCNICAS	11
2.3 ENQUADRAMENTO LEGAL	12
2.4 REABILITAÇÃO DE RIOS E RIBEIRAS	17
2.4.1 PRINCÍPIOS E OBJECTIVOS DA REABILITAÇÃO	17
2.5 METODOLOGIAS DE CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RIOS E RIBEIRAS	23
2.5.1 METODOLOGIA DO BANCO MUNDIAL	23
2.5.2 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY	24
2.5.3 SOUTH AFRICAN RIVER HEALTH PROGRAMME	24
2.5.4 RIVER HABITAT SURVEY	25
2.5.5 PROJECTO RIOS	25
2.5.6 METODOLOGIA DE ESTUDO DA FAUNA	26
2.5.7 RIPARIAN QUALITY INDEX	26
2.5.8 AGÊNCIA DE ÁGUA CATALÃ	27
2.5.9 METODOLOGIA DO INSTITUTO DA ÁGUA	28
3 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA FLUVIAL	29
3.1.1 RIVER HABITAT SURVEY	29
3.1.2 PROJECTO RIOS	32

3.1.3	ESTUDO DA FAUNA	35
3.1.4	RIPARIAN QUALITY INDEX.....	36
3.1.5	AGÊNCIA DE ÁGUA CATALÃ	38
3.1.6	INSTITUTO DA ÁGUA	40
3.2	COMPARAÇÃO GERAL (ANÁLISE PRÉVIA)	44
4	CASO DE ESTUDO.....	47
4.1	SELECÇÃO DO LOCAL DE APLICAÇÃO.....	47
4.1.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS TROÇOS	48
4.2	CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO E LABORATÓRIO.....	52
4.3	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	52
4.3.1	RIVER HABITAT SURVEY (RHS).....	53
4.3.2	PROJECTO RIOS.....	55
4.3.3	ESTUDO DA FAUNA	57
4.3.4	RIPARIAN QUALITY INDEX (RQI)	59
4.3.5	INSTITUTO NACIONAL DA ÁGUA.....	60
4.3.6	CONCLUSÕES.....	65
5	METODOLOGIA PROPOSTA.....	67
5.1	METODOLOGIA GERAL DE REABILITAÇÃO DE RIOS E RIBEIRAS	67
5.1.1	ENQUADRAMENTO DOS ESTUDOS NA METODOLOGIA GERAL	68
5.2	FLUXOGRAMA DOS PROCEDIMENTOS, FERRAMENTAS UTILIZADAS E OUTPUTS	68
5.3	IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS RISCOS E VULNERABILIDADES.....	71
5.4	FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO	76
5.5	AVALIAÇÃO DE RISCOS.....	77
5.5.1	RISCO DE CHEIAS.....	77
5.5.2	RISCO DE SECAS.....	82
5.5.3	RISCO DE EROSÃO	85
5.5.4	RISCO DE PERDA DE BIODIVERSIDADE	88
5.5.5	RISCO DE PERDA DE ESPAÇO.....	90
5.5.6	RISCOS ANTROPOGÉNICOS.....	92
5.5.7	RESUMO DOS RESULTADOS DOS RISCOS ASSOCIADOS AOS TROÇOS EM ESTUDO.....	94
6	CONCLUSÕES.....	96
7	BIBLIOGRAFIA	98
	ANEXOS.....	106

A1 - TABELA DE MATERIAL DE CAMPO	106
A2 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO DO RHS	107
A3 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO DO PROJECTO RIOS	118
A4 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO DO ESTUDO DA FAUNA	133
A5 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO DO RQI	134
A6 - METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PRESSÕES DA ACA	139
A7 - RESULTADOS DE CASO DE ESTUDO (RIBEIRA DA CERTAGEM)	144
A7.1 - RISCOS DE CHEIAS	144
A7.2 - RISCOS DE SECAS	160
A7.3 - RISCOS DE PERDA DE BIODIVERSIDADE	165
A7.5 - RISCOS DE ANTROPOGÉNICOS	167
A8 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO	169
A9 - REPORTAGEM FOTOGRÁFICA	175
A10 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	177
A11 - PERFIS LONGITUDINAL E TRANSVERSAL	179
A12 - ORTOFOTOMAPAS	181

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – a) Exemplo de notícia relativa a intervenções ribeirinhas (Jornal de Notícias, 22.Jun.2008); b) Exemplo de notícia relativa a cheias na ribeira do Jamor (Jornal de Notícias, 28.Fev.2008).	1
Figura 2.1 Representação esquemática do conceito de ecossistema aquático “saudável” segundo uma perspectiva global da definição de integridade ecológica adaptado de Karr (1998) in (Teiga, 2003). ..	18
Figura 2.2 Principais funções do corredor ripícola (Saraiva, 1999).....	19
Figura 2.3 Relação entre a diversidade e os diferentes usos do solo (Tánago & Jalón, 1998).....	20
Figura 2.4 Análise de pressões e de impactos (ACA, 2006).	27
Figura 3.1 Passos a seguir para realizar a monitorização de um rio (Projecto Rios, 2008).	32
Figura 4.1 Localização da ribeira da Certagem (Google Earth, 2008).....	47
Figura 4.2 Localização do troço A da ribeira da Certagem no concelho de Matosinhos (Google Earth, 2008).	49
Figura 4.3 Localização do troço B da ribeira da Certagem no concelho de Matosinhos (Google Earth, 2008).	50
Figura 4.4 Localização do troço C da ribeira da Certagem no concelho de Matosinhos (Google Earth, 2008).	51
Figura 4.5 Localização do troço D da ribeira da Certagem no concelho de Matosinhos (Google Earth, 2008).	52
Figura 4.6 Gráficos com os principais parâmetros e seus limites.	64
Figura 5.1 Esquema geral das etapas básicas da reabilitação de sistemas ribeirinhos (Teiga [et al.], 2007).	68

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 Legislação no âmbito do domínio hídrico	12
Tabela 2.2 Legislação no âmbito da qualidade da água	13
Tabela 2.3 Legislação no âmbito da qualidade das águas balneares	14
Tabela 2.4 Legislação no âmbito da avaliação de impacte ambiental.....	14
Tabela 2.5 Legislação no âmbito do planeamento	16
Tabela 3.1 Os principais parâmetros levantados para aplicação da RHS apresentados no Capítulo 0 ..	30
Tabela 3.2 Intervalos de valores para o índice QBR e respectivas designações (Oliveira, D., 2005)....	31
Tabela 3.3 Tipo geomorfológico segundo a pontuação (Oliveira, 2005).....	31
Tabela 3.4 Intervalos de valores para o índice GQC e respectivas designações (Oliveira, 2005)	31
Tabela 3.5 Principais temas da descrição do troço do rio (Projecto Rios, 2008)	33
Tabela 3.6 Principais variáveis quantitativas a recolher na ficha de campo (Projecto Rios, 2008)	33
Tabela 3.7 Monitorização de colectores.....	34
Tabela 3.8 Classificação final das ponderações do índice ISQVR (Tanago, 2006).....	35
Tabela 3.9 Valores do índice RQI e qualidade das ribeiras segundo a condição ecológica dos atributos analisados, incluindo as diferentes alternativas de gestão recomendadas em cada caso (Tánago, 2006).	37
Tabela 3.10 Principais tipos e pressões consideradas na análise de impactos hídricos (ACA, 2007)....	38
Tabela 3.11 Classificação do risco de incumprimento que as pressões podem potencializar (ACA, 2007).	39
Tabela 3.12 Passos para a avaliação das condições de suporte dos elementos biológicos (INAG, 2005).	41
Tabela 3.13 Classificação dos cursos de água superficiais de acordo com as suas características de qualidade para usos múltiplos (INAG, 2008).....	42
Tabela 3.14 Classes de qualidade da água e seu significado com cores para utilizar em representações cartográficas (INAG, 2003).....	43
Tabela 3.15 Classificação de parâmetros físico-químicos de acordo com o DL 236/98 de 1 de Agosto.	43
Tabela 3.16 Classificação segundo o INAG da qualidade da água (a qualidade é classificada de acordo com o parâmetro que apresentar valor mais baixo).....	43
Tabela 3.17 Principais parâmetros de caracterização para a execução das diferentes metodologias	45
Tabela 4.1 Comprimento dos troços de caracterização da ribeira de Certagem.....	48
Tabela 4.2 Resumo dos resultados de caracterização segundo a metodologia do RHS.	54
Tabela 4.3 Resumo dos resultados de caracterização e avaliação segundo a metodologia do Projecto Rios	56
Tabela 4.4 Resumo dos resultados de caracterização segundo a metodologia do Estudo da Fauna	58

Tabela 4.5 Resumo dos resultados de caracterização segundo a metodologia do RQI.....	59
Tabela 4.6 Resumo dos resultados de caracterização segundo a metodologia do INAG.....	60
Tabela 4.7 Classes de qualidade da água e seu significado com cores para utilizar em representações cartográficas (INAG, 2008)..	61
Tabela 4.8 Importância dos parâmetros físico-químicos (Lazorchak et al., 1998;RHP, 2003;Barbour et al., 1999;Raven et al., 1998;Waal et al., 1998;Metcalf & Eddy, 1991;EPA, 1997 in Teiga, 2003)	61
Tabela 4.9 Aspectos positivos e negativos de cada metodologia.....	65
Tabela 5.1 Fluxograma de procedimentos, ferramentas utilizadas e outputs (Suter, 2007; Roy [et al.], 2007; Soares da Costa, 2008).....	69
Tabela 5.2 Principais vulnerabilidades identificadas nos rios e ribeiras (adaptado Canter, 1996; EPA, 2008)	71
Tabela 5.3 Resumo da informação contida na tabela de campo desenvolvidas por Teiga (2003), apresentadas no Anexo A8.....	76
Tabela 5.4 Categorias das frequências (probabilidade) de ocorrência e dos cenários, Morgado (2002)79	
Tabela 5.5 Classificação de severidade do risco por categorias, do somatório dos usos do solo na zona de inundação de cheia (Urbanos+Agrícolas)	79
Tabela 5.6 Classificação de severidade por categorias do uso do solo na zona de inundação de cheia para cada tipo de uso.....	80
Tabela 5.7 Matriz de classificação do risco (Frequência x Severidade) Morgado (2002).....	80
Tabela 5.8 Tempo de retorno e respectiva largura de inundação marginal.....	81
Tabela 5.9 Resultados do calculo das áreas no DH, faixa de dez metros, por tipo de uso.....	81
Tabela 5.10 Classificação da severidade do risco de cheia na ribeira da Certagem (Tr=100anos; Largura margem=10m)	82
Tabela 5.11 Classificação do risco de seca, conforme a existência ou não de escoamento.....	84
Tabela 5.12 Tipo geomorfológico segundo a pontuação (Oliveira, 2005; RHS, 2003).....	85
Tabela 5.13 Intervalos de valores para o índice GQC e respectivas designações (Oliveira, 2005; RHS, 2003)	86
Tabela 5.14 Cruzamento das variáveis “tipo geomorfológico” e “GQC” – Índice global de erosão.....	86
Tabela 5.15 Classificação do índice GQC na ribeira da Certagem (método de classificação presente no Anexo A2).....	87
Tabela 5.16 Classificação do tipo geomorfológico na ribeira da Certagem	87
Tabela 5.17 Classificação de severidade por categorias do uso do solo na zona de inundação de cheia para cada tipo de uso.....	88
Tabela 5.18 Classificação dos índices IB, EPT, AD, RQI e do Risco Global de Perda de Biodiversidade	89
Tabela 5.19 Índices caracterizadores do risco de perda de espaço.	90
Tabela 5.20 Classificação por categorias das estruturas	91
Tabela 5.21 Resumos das principais estruturas encontradas na ribeira da Certagem	91

Tabela 5.22 Resumo das densidades de estruturas presentes na ribeira da Certagem: a) densidade de estruturas por 100 metros; b) margens artificiais (muros); c) canalização; d) estruturas/edifícios nas margens da ribeira.	91
Tabela 5.23 Classes de qualidade da água e seu significado com cores para utilizar em representações cartográficas .(INAG, 2005).....	93
Tabela 5.24 Classificação de parâmetros físico-químicos segundo o DL 236/98, de 1 de Agosto.....	93
Tabela 5.25 Resultados da classificação dos riscos na ribeira da Certagem	94
Tabela 0.1 Grandezas físicas correspondentes às secções consideradas.....	145
Tabela 0.2 Tempos de concentração, t_c (horas), calculados pelos diversos métodos.....	147
Tabela 0.3 SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos	148
Tabela 0.4 Precipitações máximas em 24 horas para um determinado período de retorno, T.	148
Tabela 0.5 Parâmetro “b”, para cálculo da precipitação crítica.	149
Tabela 0.6 Precipitações críticas, p_{tc} , (mm).....	149
Tabela 0.7 Classificação dos macroinvertebrados segundo os índices bióticos e correspondente qualidade da água. (índice adaptado do método de Collins e colaboradores (1994) e de Pauw e Vanhooren, 1983).....	165
Tabela 0.8 Significado dos índices bióticos segundo a classe e a cor correspondente à qualidade da água superficial.	165
Tabela 0.9 Métricas bênticas seleccionadas, e respectiva forma da sua resposta ao stress (perturbação) no ecossistema aquático.	165
Tabela 0.10 Classes de qualidade da água e seu significado com cores para utilizar em representações cartográficas (INAG, 2008).....	168

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

DQA – DIRECTIVA QUADRO DA ÁGUA
FISRWG – *Federal Interagency Stream Restoration Working Group*
TIC – Técnica de Incidentes Críticos
WI – *What-If*
APR – Análise Preliminar de Riscos
AMFE – Análise de Modos de Falha e Efeitos
FMECA – *Failure Modes and Criticality Analysis*
HAZOP – Análise de Operabilidade de Perigos
AAE – Análise de Árvore de Eventos
ADB – Análise por Diagrama de Blocos
ACC – Análise das Causas e Consequências
AAF – Análise de Árvore de Falhas
MORT – *Management Oversight and Risk Tree*
INAG – Instituto Nacional da Água
AIA – Avaliação dos Impactes Ambientais
EIA – Estudo de Impacte Ambiental
POOC – Plano de Ordenamento da Orla Costeira
EPA – *Environmental Protection Agency*
FISRWG – *Federal Interagency Stream Corridor Restoration Working Group*
PBH – Plano de Bacia Hidrográfica
PNA – Plano Nacional da Água
REN – Reserva Ecológica Nacional
RAN – Reserva Agrícola Nacional
PDM – Plano Director Municipal
ERA – *Environmental Risk Assessment*
EcoRa – *Ecological Risk Assessment*
RHP – *South African River Health Programme*
RHS – *River Habitat Survey*
ASPEA – Associação Portuguesa de Educação Ambiental
APG – Associação de Professores de Geografia
CEG – Centro de Estudos Geográficos da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa
ME-DGIDC – Ministério da Educação – Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular
LPN – Liga para a Protecção da Natureza
FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
RQI – *Riparian Quality Index*
ACA – Agência de Água Catalã
ISQVR – Índice Simplificado da Qualidade da Vegetação Ribeirinha
QBR – Qualidade do Bosque da Ribeira
SIG – Sistema de Informação Geográfica
GCQ – Grau de Qualidade do Canal
QBR – Qualidade do Bosque da Ribeira
EEA – *European Environmental Agency*

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

Face aos inúmeros problemas existentes no sistema ribeirinho – acções antropogénicas, factores geomorfológicos, alteração física, química e biológica dos ecossistemas – emerge, a cada dia que passa, a temática da reabilitação (Teiga, 2003).

No ano de 2000 foi publicada, a nível europeu, a Directiva Quadro da Água, que almeja obter até 2015 o estado de boa qualidade das águas superficiais, subterrâneas e costeiras. Para que tal seja exequível, é indispensável que os Estados-membros elaborem estudos e relatórios alusivos ao estado quantitativo e qualitativo da água e a formulação de propostas de melhoramento da mesma (Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, 23.Out.2000).

Sendo assim, torna-se imperativo não só a caracterização do sistema ribeirinho, como também o desenvolvimento de instrumentos de avaliação multidisciplinares e eficazes. Estas ferramentas de trabalho têm como principal função o estabelecimento de áreas de intervenção prioritárias na reabilitação fluvial, tais como a poluição, as cheias, a erosão e a participação pública. Devem, ainda, estar em sintonia com as normas europeias e nacionais em vigor, assim como enunciar os parâmetros mais críticos. Por outras palavras, devem identificar os principais problemas, pressões e impactes, passíveis de ocorrer num sistema ribeirinho.

Com vista a iniciar o processo de reabilitação de rios e ribeiras, importa identificar os locais sensíveis onde a intervenção é mais necessária, reconhecer as vulnerabilidades e riscos e estabelecer prioridades, de forma a abrir caminho para as posteriores etapas da reabilitação (Saraiva, 1999).

Um dos factores motivadores para a escolha deste tema prendeu-se com os frequentes acontecimentos e às notícias da actualidade (Figura 1.1). A problemática do crescimento sustentável, do ambiente e da sua intrínseca relação com a pressão social, bem como as análises de riscos, são, sem dúvida, assuntos emergentes.

a)



b)



Figura 1.1 – a) Exemplo de notícia relativa a intervenções ribeirinhas (Jornal de Notícias, 22.Jun.2008); b) Exemplo de notícia relativa a cheias na ribeira do Jamor (Jornal de Notícias, 28.Fev.2008).

A conjugação desta problemática foi um desafio, na medida em que analisa o ecossistema fluvial, enquadrando-o na temática dos estudos científicos de várias áreas nomeadamente da temática de vulnerabilidades e riscos, hidráulicos e geomorfologia entre outros.

A metodologia desenvolvida para a avaliação das principais vulnerabilidades poderá ser integrada nos sistemas de informação nacionais e nas bases de dados disponíveis. Será passível, ainda, de ser aplicável num troço de um rio ou de uma ribeira, auxiliando processos de reabilitação. O resultado obtido para os troços em estudo permite-nos testar a sensibilidade dos diferentes indicadores e índices de classificação.

1.2 OBJECTIVOS

No presente trabalho, apresenta-se uma metodologia de avaliação de vulnerabilidades e riscos fluviais, desenvolvida com a finalidade de apoiar a elaboração de processos de reabilitação de um troço de um rio ou ribeira. Neste sentido, constituem objectivos específicos desta dissertação:

- Identificar e tipificar as principais vulnerabilidades de rios e ribeiras;
- Reconhecer dos aspectos mais importantes do conhecimento, no que concerne à reabilitação de rios e ribeiras;
- Desenvolver e aplicar uma metodologia para avaliação das principais vulnerabilidades e riscos fluviais;
- Propor a verificação da aplicabilidade da metodologia a um estudo de caso;
- Elaborar uma proposta de contributos para o processo de reabilitação de rios e ribeiras.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O estudo teve como alicerces uma revisão bibliográfica cuidada e foi enriquecido pelo conteúdo transmitido na conferência *Risk Management in Production Activities*. Que serviram de base ao estudo de diferentes metodologias de caracterização e análise de riscos. Após pré-selecção segue-se a aplicação da mesma a um local de estudo, realizou-se uma proposta de metodologia de caracterização e avaliação de vulnerabilidade e riscos, que se espera poder contribuir no processo de reabilitação de rios e ribeiras.

Para tal, o documento presente encontra-se organizado em seis capítulos e em anexos, em que o actual capítulo enquadra o tema proposto, define os principais objectivos e apresenta a estrutura do trabalho. Seguidamente, no segundo capítulo, emerge a revisão dos conceitos relevantes no âmbito da dissertação e revê alguns dos critérios das metodologias existentes para a caracterização do sistema ribeirinho, identificação de vulnerabilidades e avaliação de riscos ambientais. Quanto ao capítulo três, neste expõem-se as diversas metodologias para a avaliação de riscos e vulnerabilidades de rios e ribeiras, com a finalidade de apoiar a elaboração de planos de reabilitação. Segue-se o capítulo quatro, onde protagoniza a Ribeira da Certagem, eleita para a aplicação das metodologias em estudo, sendo apresentados os resultados do seu emprego. No que concerne ao capítulo cinco, foi proposto um plano de identificação de vulnerabilidades e avaliação de riscos, integrado numa estratégia de reabilitação de rios e ribeiro, com base nos estudos e metodologias estudadas e integrado com a realidade nacional. As conclusões e contributos deste estudo são ostentados no capítulo seis.

2

ESTADO DA ARTE

2.1 DEFINIÇÕES

Para que seja possível uma correcta compreensão do estudo avaliado no âmbito deste trabalho, importa esclarecer e distinguir alguns conceitos básicos, sendo estes: “restauração”, “reabilitação”, “perigo”, “vulnerabilidade” e “risco”.

Restauração

Entende-se como o objectivo essencial da restauração ambiental a devolução ao ecossistema, da sua resiliência, ou seja, o retorno ao ponto em que seja auto-sustentável e tenha um grau de resistência natural a impactos negativos (Teiga, 2003).

Restauração é “restituir ao estado anterior” ou “restituir os seus direitos” e ainda “recuperação pela regeneração” (Grande Dicionário da Língua Portuguesa, 2004).

Reabilitação

Segundo o Grande Dicionário da Língua Portuguesa (2004), reabilitação é sinónimo de “restituir”, ou de “restituir os seus direitos”, ou ainda de “regeneração”.

O Dicionário supracitado considera a reabilitação como o “processo que conduz à recuperação total ou parcial de um estado perdido para o restabelecimento das capacidades funcionais.”

Segundo a *Nacional Research Council*, a reabilitação é definida como “a retoma dos ecossistemas no sentido de aproximação das condições precedentes da perturbação” (FISRWG, 2001).

Perigo

O perigo é uma situação com potencial de causar dano.

Segundo o Decreto-Lei n.º 254/2007, de 12 de Julho de 2007, no artigo 2º, alínea j, perigo é considerado como “a propriedade intrínseca de uma substância perigosa, ou de uma situação física susceptível de provocar danos à saúde humana ou ao ambiente”.

Vulnerabilidade

De acordo com a Norma Experimental Espanhola UNE 150008:EX:2000, o termo vulnerabilidade reflecte o potencial de afectação às pessoas, bens e ambiente devido à ocorrência de um determinado evento.

No âmbito desta dissertação, o termo vulnerabilidade refere-se à potencial afectação de um rio ou ribeira, por um determinado acontecimento, incluindo a acção do homem que possa interferir, directa ou indirectamente, sobre a água.

Risco

Lohani [et al.] (1997), definem risco como a probabilidade de ocorrência de um perigo potencial ou dano, num determinado período ou espaço de tempo. Esta noção temporal associada ao risco está igualmente presente na Norma Europeia EN 1473:1997 e no Decreto-Lei nº 164/2001, onde o risco é definido como a probabilidade de um evento específico ocorrer, dentro de um determinado período de tempo e em determinadas circunstâncias.

2.2 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE E RISCOS

O risco está associado a várias situações e contextos que nem sempre facilitam a sua percepção e determinação.

2.2.1 QUESTÕES GERAIS – RISCO NATURAL

O risco natural é a maior ou menor probabilidade de, devido a um processo natural, ocorrer em determinada zona um dano ambiental ou catástrofe social.

Partindo desta constatação, podem-se tecer diferentes considerações. Sendo assim, pode-se afirmar que potencialmente existe sempre uma interferência entre processos naturais e sociais, e que o conceito de risco implica, por si só, uma avaliação.

Nas análises de riscos com vista a diferenciar e classificar alguns termos usados define-se, de seguida, perigosidade, interferência, dano e catástrofe social.

Perigosidade

Terminologia referente ao processo natural em si, o qual permite caracterizar as relações e medir o potencial de transformação do meio, independentemente de existir actividade social ou não (Aguilo [et. al], 2004).

Interferência

Este conceito alude à maior ou menor adequação entre o processo natural e o processo social, parecendo evidente que em certos casos o processo natural tem uma acção passiva ou determinista, uma vez que actua numa determinada zona e de uma determinada forma. Portanto, o processo social é o activo, visto que nós interferimos em diferentes graus consoante a nossa acção. Assim, deduzem-se os níveis de adequação ou interferências, podendo estas últimas serem activas ou passivas. Ao decidir a acção sobre o processo natural estamos a diminuir a sua perigosidade ou a desviar a sua interferência.

Dano

Entende-se por dano o processo que permite clarificar o sistema de relações intrínsecas, medindo o tipo de transformação sofrida, e/ou o seu potencial. Neste campo são medidos parâmetros económicos, sociais, culturais e ambientais. Trata-se de avaliar os custos de intervenção e os custos sociais. Assim, na reabilitação fluvial, podem ser quantificados e assumidos graus de risco que incidem directamente na planificação de uma zona de intervenção.

Catástrofe social

Termo que se reporta à transformação efectiva de um risco num dano. A magnitude da catástrofe interferirá nos diferentes custos de intervenção. Podemos concluir que no conceito de risco natural entram parâmetros muito similares aos utilizados para medir os impactos, como interferência, transformação, situação inicial e final, custos, etc..

Na avaliação pode dizer-se que o conceito de risco natural é inverso ao de impacto, e podemos defini-lo associando-o na análise e avaliação de riscos naturais. Trata-se de um método de confrontação entre

os processos naturais e os sociais, mediante o qual se tenta definir as alterações de valor (ou as modificações das qualidades) que podem repercutir-se no meio social, devido ao normal desenvolvimento dos processos naturais (Aguilo [et. al], 2004).

2.2.2 IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS

A perspectiva inovadora de identificação, avaliação e análise de riscos aplicados aos ecossistemas ribeirinhos impõe, logicamente, um estudo prévio aprofundado de toda a temática e processos de riscos. As análises de riscos são inúmeras e variam em diversos aspectos, desde os seus procedimentos aos métodos e parâmetros. Cada análise tem um objectivo particular e, portanto, uma linha de acção por vezes diferente, impondo assim que os seus princípios teóricos sejam estudados com algum pormenor (De Cicco, 1994).

As técnicas de análise de riscos estão muito orientadas para riscos avaliativos de processos segurança no trabalho, industriais, seguradoras, saúde, económicos e sistemas informáticos. Na temática ambiental os riscos estão muito associados a situações de extremas e catástrofes naturais (riscos de incêndio, sismos, inundações, deslizamentos, secas). No âmbito da reabilitação de rios e ribeiras, estas técnicas de vulnerabilidades e riscos são ainda pouco utilizadas, contudo, optou-se por descrever genericamente neste capítulo alguns dos conceitos teóricos com o objectivo de formar uma base de partida para determinar métodos possíveis de aplicar ou adaptar na temática da reabilitação fluvial.

Técnica de Incidentes Críticos

A Técnica de Incidentes Críticos (TIC) tem como principal objectivo a detecção de incidentes críticos e a ponderação dos riscos que os mesmos representam. Consiste numa análise operacional e qualitativa, que se aplica na fase operacional de sistemas, cujo procedimento envolve o factor humano. É um método de identificação de erros e condições questionáveis de segurança que podem, eventualmente, potenciar a ocorrência de acidentes. Utiliza-se uma amostra aleatória e estratificada de observadores/participantes, seleccionados dentro de uma população. Quando o tempo é escasso, a TIC tem grande utilidade na identificação de potenciais perigos (De Cicco, 1994).

Metodologia: seleccionam-se elementos representativos dos principais sectores da actividade que executam funções dentro de diferentes categorias de risco. Um entrevistador incita-os a recordar os acontecimentos críticos, tais como as acções que tenham feito e observado que lhes tenha provocado maior insegurança. Para o sucesso da intervenção, os intervenientes devem ser levados a recordar o máximo de acontecimentos. Transcreve-se e classificam-se os incidentes em categorias de risco, definindo-se, a partir daí, as áreas/problema e a prioridade das acções a definir, para a posterior distribuição dos recursos disponíveis. Assim, existe a possibilidade de correcção das situações actuais e a prevenção de problemas futuros (Júnior, 2000).

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Para determinar a estratégia de reabilitação de rios e ribeiras.

Seleccionar elementos representativos dos principais sectores económicos e sociais que executam funções dentro de diferentes categorias de risco na bacia hidrográfica em estudo. Recordar os acontecimentos críticos passados (inundações, poluição, perda de biodiversidade) e classificar por entrevista em categorias de risco, definindo-se, as áreas/problema e a prioridade das acções a definir.

What-If

O *What-If* (WI) é uma técnica de análise qualitativa que se utiliza, normalmente, nos ambientes de trabalho com a finalidade de se proceder à identificação, prevenção e tratamento de riscos. A sua aplicação é simples e tem utilidade na abordagem e detecção exaustiva de riscos, quer na fase do projecto, quer na de execução. O objectivo do WI é testar possíveis omissões em projectos, procedimentos e normas. Permite também a aferição de comportamentos e aumento de competências pessoais.

Metodologia: em reunião, utiliza-se a confrontação dos grupos de trabalho. As questões englobam procedimentos, instalações e fases da situação analisada. A equipa questionadora tem o conhecimento do sistema a ser analisado e deve formular uma série de requisitos, com a finalidade de obter um guião para a discussão.

Para a aplicação do WI utiliza-se a técnica que inclui princípios de dinâmica de grupo e adquirem-se resultados com uma panóplia de riscos. Obtêm-se também possíveis soluções para os problemas diagnosticados. Permite, igualmente, a aquisição e consenso entre as diversas áreas de actuação como produção, procedimentos de segurança e também a forma mais segura de se operacionalizar as instalações. O relatório final oferece um material de fácil entendimento que permite uma base de treino e revisões para acertos posteriores (Júnior, 2000).

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Para determinação exaustiva de riscos na fase de projecto e execução de intervenções fluviais.

Formação de grupos de trabalho (representantes do projecto “stockholder”) e testar possíveis omissões em projectos, procedimentos e normas. Permite também a aferição de comportamentos e aumento de competências pessoais.

Brainstorming

O *brainstorming*, ou “chuva de ideias”, é uma actividade desenvolvida com a finalidade de explorar o potencial criativo dos indivíduos. Um dos princípios consiste em evitar julgamentos de valor, ou seja, a inexistência, à partida, de ideias más. Quanto ao princípio da criatividade, este baseia-se na percepção de que quantas mais ideias forem conseguidas, maior é a probabilidade de encontrar a melhor de todas. A técnica do *brainstorming* tem a vantagem de permitir a realização de associações, que se consegue quando se consideram muitas ideias. Assim, uma ideia pode levar a uma outra, e as que parecem à partida más, podem conduzir a boas ideias. O *brainstorming* possibilita a integração de todas as ideias que surgem, para que, no final, se possam seleccionar as melhores.

Metodologia: o problema é definido em grupo. Pode ser útil, em alguns casos, subdividir este problema em várias partes, uma vez que o *brainstorming* pode ser utilizado em questões que admitem várias soluções possíveis. De seguida, recolhe-se toda a informação que possa estar relacionada com a questão, parte-se posteriormente para a discussão e, por último, seleccionam-se as melhores ideias para a resolução desse problema.

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Determinar os problemas existentes na bacia hidrográfica.

Organizar e reunir os principais grupos de utilizadores do rio e ribeira com a finalidade de explorar o potencial criativo dos indivíduos através de “chuva de ideias”. No final devem-se organizar relatórios de síntese que serviram de base para determinar programas de monitorização.

Análise Preliminar de Riscos

A Análise Preliminar de Riscos (APR) consiste na análise qualitativa, durante a fase de concepção ou de desenvolvimento de um novo projecto. Assume especial importância na investigação de novos projectos, ou seja, quando a experiência de riscos na sua operacionalização é pouco conhecida. É um instrumento de grande utilidade na revisão geral de segurança, em sistemas operacionais, revelando aspectos que por vezes passam despercebidos. Os seus objectivos prendem-se com a determinação dos riscos que possam ocorrer na fase operacional e com a obtenção de medidas preventivas que precedem a fase operacional. Nesta fase, podem existir poucos detalhes finais do projecto, o que conduz a uma maior falta de informação dos procedimentos, uma vez que, os detalhes são habitualmente definidos numa fase posterior.

Metodologia: consiste numa revisão geral, de uma forma padronizada, descrevendo todos os riscos e fazendo a respectiva categorização. A partir da descrição dos riscos são identificadas as causas (agentes) e efeitos (consequências) dos mesmos, o que permitirá a obtenção e elaboração de acções e medidas de prevenção e/ou correcção das falhas detectadas. A prioridade das acções é determinada pela categorização dos riscos. Quanto maior for o risco, mais rapidamente se deve tentar encontrar uma solução.

Existem várias etapas no desenvolvimento da técnica de APR, resumidas na revisão dos problemas e na finalidade a que se destinam. É também importante na determinação dos riscos iniciais e na detecção dos principais factores. Permite a revisão e controle de riscos, bem como a análise dos métodos de restrição de danos. A APR tem utilidade no seu campo de acção, mas necessita, no entanto, de ser complementada com técnicas mais precisas e detalhadas em sistemas que já sejam conhecidos e cuja experiência acumulada permite reunir um grande número de informações sobre riscos. Esta técnica pode ser colocada em segundo plano e, neste caso, partir-se directamente para a aplicação de outras técnicas mais específicas (De Cicco, 1994; Morgado, 2000; Júnior, 2000).

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Desenvolver análise qualitativa, durante a fase de concepção, para determinar o ciclo de desenvolvimento de vulnerabilidade e riscos potenciais na implementação de projectos construtivos nas margens dos rios.

A partir da descrição dos riscos são identificadas as causas (agentes) e efeitos (consequências) dos mesmos, o que permitirá a obtenção e elaboração de acções e medidas de prevenção e/ou correcção das falhas.

Análise de Operabilidade de Perigos

A Análise de Operabilidade de Perigos (HAZOP) consiste numa técnica de análise qualitativa desenvolvida com o objectivo de examinar as linhas de processo, identificando os perigos na prevenção de problemas. O método HAZOP é indicado na fase de projecto, no momento da implantação de novos processos e na modificação de processos já existentes. O ideal na realização do HAZOP é que o estudo seja desenvolvido na fase de detalhe. É importante realçar que o HAZOP é útil para projectos e modificações, tanto de pequeno como de grande porte. O HAZOP permite o trabalho em equipa, em que pessoas com funções diferentes trabalham em conjunto, potenciando a criatividade, evitando os esquecimentos e promovendo a compreensão dos problemas nas diferentes áreas. Uma pessoa a trabalhar sozinha está sujeita a cometer erros, por desconhecer as outras áreas de trabalho. Assim, o desenvolvimento do HAZOP alia experiência e competências individuais às vantagens do trabalho em equipa. A técnica HAZOP permite que as pessoas recorram à imaginação e pensem em todas as formas pelas quais um evento indesejado ou problema operacional possa ocorrer. Para evitar

que algum detalhe seja omitido, a reflexão deve ser efectuada de maneira sistemática, analisando cada circuito, linha por linha, para cada tipo de desvio passível de ocorrer nos parâmetros de funcionamento. Para cada linha analisada são aplicadas palavras-chave, e assim identificados os desvios que possam ocorrer.

Metodologia: o HAZOP é bastante semelhante à AMFE, no entanto, a análise efectuada pelo primeiro método é feita através de palavras-chave que orientam o raciocínio dos grupos de estudo multidisciplinares, fixando a atenção nos perigos mais significativos para o sistema. As palavras-chave são aplicadas às variáveis identificadas no processo, originando os desvios, que são os perigos a serem examinados (Aguar, 2003; Júnior, 2000).

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Desenvolvimento de projectos para diminuir/minimizar efeitos da invasão de espécies exóticas na bacia hidrográfica.

Determinar em grupos multidisciplinares o ciclo de vida da espécie exótica e usar as palavras-chave às variáveis identificadas no processo – ciclo de reprodução, condições de humidade, predadores, químicos de combate, competição inter-específica).

Análise de Árvore de Eventos

A Análise de Árvore de Eventos (AAE) é um método lógico-indutivo para identificação das eventuais consequências resultantes de um acontecimento inicial. Esta técnica procura determinar as consequências resultantes dos acontecimentos indesejáveis, utilizando encadeamentos lógicos para cada etapa de actuação do sistema. Nas aplicações de análise de risco, o evento inicial da árvore de eventos é, em geral, a falha de um elemento ou subsistema, sendo os eventos subsequentes determinados pelas características do sistema.

Metodologia: para o traçado da AAE devem ser seguidas as seguintes etapas: definição do evento inicial que pode conduzir ao acidente; determinação dos sistemas de segurança/acções que podem amortecer o efeito do evento inicial; combinação, numa árvore lógica de decisões, das várias sequências de acontecimentos que podem surgir a partir do evento inicial. Uma vez construída a árvore de eventos, calcula-se as probabilidades associadas a cada ramo do sistema que possa conduzir a uma eventual falha (acidente).

A árvore de eventos é lida da esquerda, onde começa com o evento inicial, para a direita, onde se seguem os eventos sequenciais. Na linha superior escreve-se “não” o que significa que o evento não ocorre, na linha inferior escreve-se “sim”, e denota que o evento sucede (Morgado, 2000).

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Determinar as consequências para o sistema fluvial resultantes de um acidente por descarga pontual de uma indústria química.

Construção da árvore do evento inicial (descarga química) nas seguintes etapas: definição do evento inicial que pode conduzir ao acidente; determinação dos sistemas de segurança/acções que podem amortecer o efeito do evento inicial; combinação, numa árvore lógica de decisões, das várias sequências de acontecimentos que podem surgir a partir do evento inicial. Uma vez construída a árvore de eventos, calcula-se as probabilidades associadas a cada ramo do sistema que possa conduzir a uma eventual falha (acidente).

Análise por Diagrama de Blocos

Na Análise por Diagrama de Blocos (ADB) utiliza-se um fluxograma em blocos do sistema, calculando as probabilidades de sucesso ou falha, através da análise das probabilidades de sucesso. A técnica tem utilidade para a identificação do comportamento lógico de um sistema constituído com poucos componentes.

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Determinar o fluxograma do processo de reabilitação

Pode utilizar-se um fluxograma em blocos para determinar os elementos do processo de reabilitação e determinar as probabilidades de sucesso ou falha de cada um dos blocos (Morgado, 2000).

Análise de Causas e Consequências

Na Análise de Causas e Consequências (ACC) de falhas, utilizam-se as mesmas técnicas de construção da AAE e da Análise de Árvore de Falhas (AAF).

O procedimento para a construção de um diagrama de consequências inicia-se por um evento inicial. Posteriormente, cada evento desenvolvido é questionado: “Em que condições o evento induz outros eventos?”; “Quais as alternativas ou condições que levam a diferentes eventos?”; “Que outros componentes são afectados pelo evento?”; “Existe mais do que um componente afectado?”; “Quais os outros eventos provocados pelo primeiro?”. De acordo com estes autores, a tecnologia causa-consequência é uma combinação entre a árvore de falhas (causas) com a árvore de eventos (consequências), tendo, todas elas, a sua sequência natural de ocorrência.

Segundo De Cicco (1994), trata-se de uma técnica que permite a avaliação qualitativa e quantitativa das consequências dos eventos catastróficos de ampla repercussão, e a verificação da vulnerabilidade do meio ambiente, da comunidade, e de terceiros em geral.

Metodologia: o processo consiste em escolher um evento crítico, partindo-se para um lado as descrições das consequências e, para o outro, a determinação das causas. A estruturação, a exemplo da árvore de falhas, também é feita através de símbolos.

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Determinar causas e consequências da poluição difusa no sistema fluvial.

Construção do diagrama de consequências: “Em que condições a poluição difusa induz outros eventos?”; “Quais as condições em que ocorre eventos de poluição difusa?”; “Que outros componentes podem ser afectados pela da poluição difusa?”; “Existe mais do que uma causa da poluição difusa?”; “Quais as consequências que podem ser provocados pela da poluição difusa?”

Análise de Árvore de Falhas

A Análise de Árvore de Falhas (AAF) é um método eficaz para o estudo dos factores que poderiam causar um evento indesejável (falha) e encontra a sua melhor aplicação no estudo de situações complexas. Determina as frequências de eventos indesejáveis (topo) a partir da combinação lógica das falhas dos diversos componentes do sistema.

A AAF é uma técnica dedutiva que focaliza um acidente particular e fornece um método para determinar as causas deste acidente. É um modelo gráfico que mostra as várias combinações de falhas de equipamentos e erros humanos que possam resultar num acidente. Considera-se este método como

uma técnica de pensamento reversivo, ou seja, o analista começa com um acidente ou evento indesejável, que deve ser evitado e identifica as causas imediatas do evento. Cada uma delas é examinada até que o analista tenha identificado as causas básicas de cada evento. A AAF não necessita de ser levada até à análise quantitativa. Mesmo quando se aplica o procedimento simples de representação da árvore, é possível obter um grande número de informações e conhecimento mais completo do sistema em estudo. Resulta numa visão clara das possibilidades de acção, no que se refere à correcção e prevenção de condições indesejadas (Júnior, 2000).

O uso da árvore de falhas pode trazer outras vantagens e facilidades, como a determinação da sequência mais crítica de eventos, de entre os ramos da árvore, que levam ao evento de topo. Permite, também, a identificação de falhas singulares ou localizações importantes no processo e o descobrimento de elementos sensores (alternativas de solução), cujo desenvolvimento possa reduzir a probabilidade de contratempo. Geralmente, existem sequências de eventos com maior probabilidade de ocorrência do evento de topo do que outras e, portanto, pode tornar-se relativamente fácil encontrar a principal combinação de eventos que precisa de ser prevenida, para que a probabilidade de ocorrência do evento diminua.

Metodologia: o principal conceito da AAF é a transformação de um sistema físico num diagrama lógico e estruturado – a árvore de falhas – onde são especificadas as causas que levam à ocorrência de um evento específico indesejado – o evento de topo. O evento indesejado recebe o nome de evento de topo, uma vez que na montagem da árvore de falhas é colocado no nível mais alto. A partir deste nível o sistema é dissecado de cima para baixo, enumerando-se todas as causas ou combinações possíveis que possam levar ao evento indesejado. Os eventos do nível inferior recebem o nome de eventos básicos ou primários, pois são eles que dão origem aos outros eventos de nível mais alto. A árvore de falhas é um diagrama que mostra a inter-relação lógica entre as causas básicas e o acidente. Desta forma, o método de AAF pode ser desenvolvido através de uma sequência de etapas: selecção do evento indesejável ou falha, cuja probabilidade de ocorrência deve ser determinada; revisão dos factores intervenientes – ambiente, dados do projecto, exigências do sistema, que determina as condições, eventos particulares ou falhas que possam vir a contribuir para ocorrência do evento de topo seleccionado; construção, através da representação sistemática, dos eventos contribuintes e falhas, mostrando o inter-relacionamento entre estes eventos e falhas, em relação ao evento de topo.

O processo inicia-se com os eventos que poderiam causar tal facto, formando o primeiro nível – o nível básico. À medida que se retrocede até ao evento de topo são adicionadas as combinações de eventos e falhas contribuintes. Desenhada a árvore de falhas, o relacionamento entre os eventos é feito através das opções lógicas – sim/ não (Morgado, 2000).

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Determinar falhas possíveis para cumprir o objectivo da DQA de “bom estado”

Construção de um diagrama lógico e estruturado – a árvore de falhas – onde são especificadas as causas que podem levar ao incumprimento do “bom estado” do sistema ribeirinho. O evento indesejado recebe (mau estado ou razoável estado) o nome de evento de topo, uma vez que na montagem da árvore de falhas é colocado no nível mais alto. A partir deste nível o sistema é dissecado de cima para baixo, enumerando-se todas as causas ou combinações possíveis que possam levar ao evento indesejado.

Management Oversight and Risk Tree

O método conhecido como *Management Oversight and Risk Tree* – MORT é uma técnica que usa um raciocínio semelhante ao da AAF, desenvolvendo uma árvore lógica, só que com a particularidade de ser aplicado à estrutura organizacional e de gestão da empresa, ilustrando erros ou acções inadequadas

de administração. O método pode ser também usado para esquematizar acções administrativas que possam ter contribuído para um acidente, o qual já tenha ocorrido. Nesta árvore cada evento é uma acção do operador ou administrador, sendo que as falhas de equipamentos ou condições ambientais não são consideradas (Morgado, 2000).

Exemplo de potencial aplicação na reabilitação:

Determinar a árvore de falhas nos licenciamentos e gestão bacia hidrográfica.

Construção de um diagrama lógico e estruturado – a árvore de falhas – onde são especificadas as causas que podem levar ao “mau licenciamento” ou “má gestão” do sistema fluvial. O evento indesejado recebe o nome de evento de topo com a particularidade de ser ilustrando com erros ou acções inadequadas da administração, formas inadequadas da estrutura organizacional e/ou de gestão.

2.2.3 NATUREZA DOS RESULTADOS E OUTRAS TÉCNICAS

As técnicas de Análise de Riscos podem ser classificadas em qualitativas e em quantitativas, ou em ambas, conforme o objectivo a que se propõem e, principalmente, conforme a natureza dos seus resultados (Quadro 2.5), [Velosa, 2007].

Quadro 2.5 - Natureza dos resultados de algumas técnicas de Análise de Riscos (Velosa, 2007)

TÉCNICA	ANÁLISE DE RESULTADOS
Análise Preliminar de Riscos	Qualitativa
<i>What-If/Checklist</i>	Qualitativa
Técnica de Incidentes Críticos	Qualitativa
Estudo de Operabilidade e Riscos	Qualitativa
<i>Brainstorming</i>	Qualitativa
Análise de Árvore de Falhas	Qualitativa e Quantitativa
Análise de Árvore de Eventos	Qualitativa e Quantitativa
Análise de Modos de Falha e Efeitos	Qualitativa e Quantitativa
Análise de Diagrama de Blocos	Qualitativa e Quantitativa
Análise de Causa e Consequência	Qualitativa e Quantitativa
<i>Management Oversight and Risk Tree</i>	Qualitativa e Quantitativa

Para além dos métodos de avaliação de risco acima descritos, destacam-se outros: Análise Comparativa; Análise pela Matriz das Interações; Inspeção Planeada; Registo e Análise de Ocorrências – RAO [Velosa, 2007].

2.3 ENQUADRAMENTO LEGAL

A legislação da área dos recursos hídricos e ambientais é muito vasta e de grande importância, quer a nível nacional, quer a nível internacional.

A legislação nacional é extensa, no que diz respeito aos recursos hídricos. Apenas será descrita nesta dissertação a considerada com maior relevância no âmbito da reabilitação de rios e ribeiras. Resumida nas seguintes tabelas (Tabela 2.1;Tabela 2.2;Tabela 2.3;Tabela 2.4;Tabela 2.5)

A correspondente informação disponível no Instituto da Água INAG (2008), a legislação encontra-se separada pelas grandes temáticas: domínio hídrico público, planeamento, qualidade da água e avaliação de impacte ambiental.

Tabela 2.1 Legislação no âmbito do domínio hídrico

Legislação	Âmbito	Alterações e Revisões
Decreto-Lei n.º 468/71. DR 260/71 SÉRIE I de 1971-11-05	Revê, actualiza e unifica o regime jurídico dos terrenos do domínio público hídrico, no qual se incluem os leitos e as margens das águas do mar, correntes de água, lagos e lagoas, de modo a facilitar o seu aproveitamento para os diversos usos de que são economicamente susceptíveis. Revoga várias disposições legislativas. Nota: Os Capítulos I e II deste Decreto-Lei foram revogados pela Lei n.º 54/2005, de 2005-11-15, que estabelece a titularidade dos recursos hídricos.	Decreto-Lei n.º 513-P/79. DR 296/79 SÉRIE I 1º SUPLEMENTO de 1979-12-26 Decreto-Lei n.º 89/87. DR 48/87 SÉRIE I de 1987-02-26
Decreto-Lei n.º 70/90. DR 51/90 SÉRIE I de 1990-03-02	Define o regime de bens do domínio público hídrico do Estado.	
Decreto-Lei n.º 226-A/2007. DR 105 SÉRIE I 2º SUPLEMENTO de 2007-05-31	Estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos.	
Decreto-Lei n.º 364/98. DR 270/98 SÉRIE I-A de 1998-11-21	Estabelece a obrigatoriedade de elaboração da carta de zonas inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias Lei n.º 54/2005.	
DR 219 SÉRIE I-A de 2005-11-15	Estabelece a titularidade dos recursos hídricos Declaração de Rectificação n.º 4/2006.	
DR 11 SÉRIE I-A de 2006-01-16	Surge de ter sido rectificada a Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro, que estabelece a titularidade dos recursos hídricos, publicada no Diário da República, 1.ª série-A, n.º 219, de 15 de Novembro de 2005.	

Tabela 2.2 Legislação no âmbito da qualidade da água

Legislação	Âmbito	Alterações e Revisões
Decreto-Lei n.º 236/98. DR 176/98 SÉRIE I-A de 1998-08-01	Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. Revoga o Decreto-Lei n.º 74/90, de 7 de Março.	Declaração de Rectificação n.º 22-C/98. DR 277/98 SÉRIE I-A 1º SUPLEMENTO de 1998-11-30 Decreto-Lei n.º 506/99. DR 271/99 SÉRIE I-A de 1999-11-20
Portaria n.º 462/2000 (2.ª série). DR 72 SÉRIE II de 2000-03-25	Aprova o Plano Nacional Orgânico para a Melhoria das Origens Superficiais de Água Destinadas à Produção de Água Potável.	
Decreto-Lei n.º 194/2000. DR 192 SÉRIE I-A de 2000-08-21	Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 96/61/CE, do Conselho, de 24 de Setembro, relativa à prevenção e controlo integrados da poluição.	
Decreto-Lei n.º 243/2001. DR 206 SÉRIE I-A de 2001-09-05	Aprova normas relativas à qualidade da água destinada ao consumo humano, transpondo para o direito interno a Directiva n.º 98/83/CE, do Conselho, de 3 de Novembro, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano.	Declaração de Rectificação n.º 20-AT/2001. DR 278 SÉRIE I-A 3º SUPLEMENTO de 2001-11-30
Decreto-Lei n.º 261/2003. DR 244 SÉRIE I-A de 2003-10-21	Altera o anexo do Decreto-Lei n.º 506/99, de 20 de Novembro, que fixa os objectivos de qualidade para determinadas substâncias perigosas incluídas nas famílias ou grupos de substâncias da lista II do anexo XIX do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.	
Decreto-Lei n.º 235/97. DR 203/97 SÉRIE I-A de 1997-09-03	Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/676/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro de 1991, relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola.	Decreto-Lei n.º 68/99. DR 59/99 SÉRIE I-A de 1999-03-11
Portaria n.º 1100/2004. DR 208 SÉRIE I-B de 2004-09-03	Aprova a lista das zonas vulneráveis e as cartas das zonas vulneráveis do território português.	
Portaria n.º 833/2005. DR 179 SÉRIE I-B de 2005-09-16	Aprova novas zonas vulneráveis.	
Decreto-Lei n.º 152/97. DR 139/97 SÉRIE I-A de	Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de Maio de 1991,	Decreto-Lei n.º 348/98. DR 259/98

1997-06-19	relativamente ao tratamento de águas residuais urbanas.	SÉRIE I-A de 1998-11-09 Despacho Conjunto n.º 116/99. DR 27/99 SÉRIE II de 1999-02-02 Decreto-Lei n.º 149/2004. DR 145 SÉRIE I-A de 2004-06-22
Aviso n.º 12677/2000 (2.ª série). DR 194 SÉRIE II de 2000-08-23	Classifica como águas piscícolas alguns cursos de água.	

Tabela 2.3 Legislação no âmbito da qualidade das águas balneares

Legislação	Âmbito	Alterações e Revisões
Portaria n.º 573/2001. DR 131 SÉRIE I-B de 2001-06-06	Aprova o Plano Nacional Orgânico para a Melhoria das Zonas Balneares Não Conformes.	

Tabela 2.4 Legislação no âmbito da avaliação de impacte ambiental

Legislação	Âmbito	Alterações e Revisões
Lei n.º 11/87. DR 81/87 SÉRIE I de 1987-04-07	Lei de Bases do Ambiente.	
Decreto n.º 59/99. DR 292/99 SÉRIE I-A de 1999-12-17	Aprova a Convenção sobre a Avaliação dos Impactes Ambientais (AIA), num Contexto Transfronteiras, concluída em 25 de Fevereiro de 1991 em Espoo (Finlândia), no âmbito da Organização das Nações Unidas.	
Decreto-Lei n.º 69/2000. DR 102 SÉRIE I-A de 2000-05-03	Aprova o regime jurídico da avaliação de impacte ambiental, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 85/337/CEE, com as alterações introduzidas pela Directiva n.º 97/11/CE, do Conselho, de 3 de Março de 1997.	Declaração de Rectificação n.º 7-D/2000. DR 149 SÉRIE I-A 1º SUPLEMENTO de 2000-06-30 Decreto-Lei n.º 74/2001. DR 48 SÉRIE I-A de 2001-02-26
Portaria n.º 330/2001. DR 78 SÉRIE I-B de	Fixa as normas técnicas para a estrutura da proposta de definição do âmbito do Estudo de	

2001-04-02	Impacte Ambiental (EIA) e normas técnicas para a estrutura do EIA.	
Lei n.º 107/2001. DR 209 SÉRIE I-A de 2001-09-08	Estabelece as bases da política e do regime de protecção e valorização do património cultural	
Portaria n.º 123/2002. DR 33 SÉRIE I-B de 2002-02-08	Define a composição e o modo de funcionamento e regulamenta a competência do Conselho Consultivo de Avaliação de Impacte Ambiental.	
Decreto-Lei n.º 197/2005. DR 214 SÉRIE I-A de 2005-11-08	Terceira alteração ao Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio, transpondo parcialmente para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/35/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Maio.	
Aviso n.º 266/99. DR 296/99 SÉRIE I-A de 1999-12-22 Resolução da Assembleia da República n.º 71/97. DR 289/97 SÉRIE I-A de 1997-12-16	Torna público ter Portugal ratificado, em 5 de Agosto de 1998 em Estrasburgo, a Convenção Europeia para a Protecção do Património Arqueológico. Aprova, para ratificação, a Convenção Europeia para a Protecção do Património Arqueológico (revista), aberta à assinatura em La Valetta, Malta, em 16 de Janeiro de 1992.	
Decreto do Presidente da República n.º 74/97. DR 289/97 SÉRIE I-A de 1997-12-16	Ratifica a Convenção Europeia para a Protecção do Património Arqueológico (revista), aberta à assinatura em La Valetta, Malta, em 16 de Janeiro de 1992.	
Decreto-Lei n.º 164/97. DR 146/97 SÉRIE I-A de 1997-06-27	Estabelece normas relativas ao património cultural subaquático.	
Lei n.º 107/2001. DR 209 SÉRIE I-A de 2001-09-08	Estabelece as bases da política e do regime de protecção e valorização do património cultural.	

Tabela 2.5 Legislação no âmbito do planeamento

Legislação	Âmbito	Alterações e Revisões
Decreto-Lei nº 112/2002. DR 90, Série I - A, de 17/04/2002	Aprova o Plano Nacional da Água.	
Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003/A. DR 95 SÉRIE I-A de 2003-04-23	Aprova o Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores.	
Decreto-Lei nº 45/94. DR 44, Série I - A, de 22-02-94	Regula o processo de planeamento de recursos hídricos e a elaboração e aprovação dos planos de bacia hidrográfica.	
Decreto Regulamentar nº 18/2002. DR 66, Série I-B, de 19/03/2002	Aprova o Plano de Bacia Hidrográfica do Leça.	
Resolução do Conselho de Ministros n.º 25/99. DR 81/99 SÉRIE I-B de 1999-04-07	Presidência do Conselho de Ministros aprova o Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) de Caminha-Espinho.	

2.4 REABILITAÇÃO DE RIOS E RIBEIRAS

2.4.1 PRINCÍPIOS E OBJECTIVOS DA REABILITAÇÃO

Os gestores de recursos hídricos têm um grande desafio, que consiste em fazer frente à multiplicidade e diversidade das componentes inerentes aos recursos hídricos. Simultaneamente carecem de ferramentas consensuais nos vários intervenientes do processo – inexistência de uma metodologia geral de reabilitação, implementação de acções rápidas e eficazes, democratização nos procedimentos e, na intervenção, o abaixamento dos custos de produção.

A reabilitação deve ser efectuada de acordo com as condições particulares do ecossistema em causa, de forma a aumentar a qualidade do projecto e a eficácia da intervenção. Todos os projectos devem ter como objectivo o respeito dos princípios de reabilitação dos rios e ribeiras. Deve-se, também, ter em atenção a diminuição dos impactes negativos. Para tal, é aconselhável o seguimento de um conjunto de etapas básicas de reabilitação, que necessitam de ser reajustadas aos casos práticos (EPA, 2003).

1º Integridade ecológica

Integridade ecológica é um conceito que pretende centrar-se no sistema como um todo, dependendo do estado de todas as suas componentes, nomeadamente, da presença de espécies sensíveis, populações autóctones, da ocorrência de processos ecológicos a taxas e escalas apropriadas, e a prevalência de todas as condições ambientais que suportam o ecossistema (Angermeier & Karr, 1994; Dale & Beyeler, 2001; Townsend & Riley, 1999; Cabecinha, 2002; Santos, 2002).

A integridade ecológica descreve, com base no conceito de sustentabilidade do ecossistema (manutenção do sistema de modo a que este mantenha todos os recursos e características), o “estado natural”, isto é, a capacidade de resistência e resiliência à perturbação (FISRWG, 2001).

A perda de integridade reflecte-se na alteração significativa de uma ou mais componentes do sistema. Podem ser descritos como indicadores de integridade ecológica – riqueza de espécies, estrutura e distribuição espacial da comunidade e produtividade primária (Barbour [et al.], 1999; Alba-Torcedor, 1996; Andreasen [et al.], 2001).

No processo de reabilitação são fundamentais os valores humanos, ecológicos e económicos, assim como a avaliação da regularização dos caudais e da implantação de estruturas. É também necessária a verificação da capacidade de sustentação dos diferentes usos e a recuperação espontânea, de modo a que o ecossistema ribeirinho apresente bons índices de integridade ecológica (Figura 2.1).

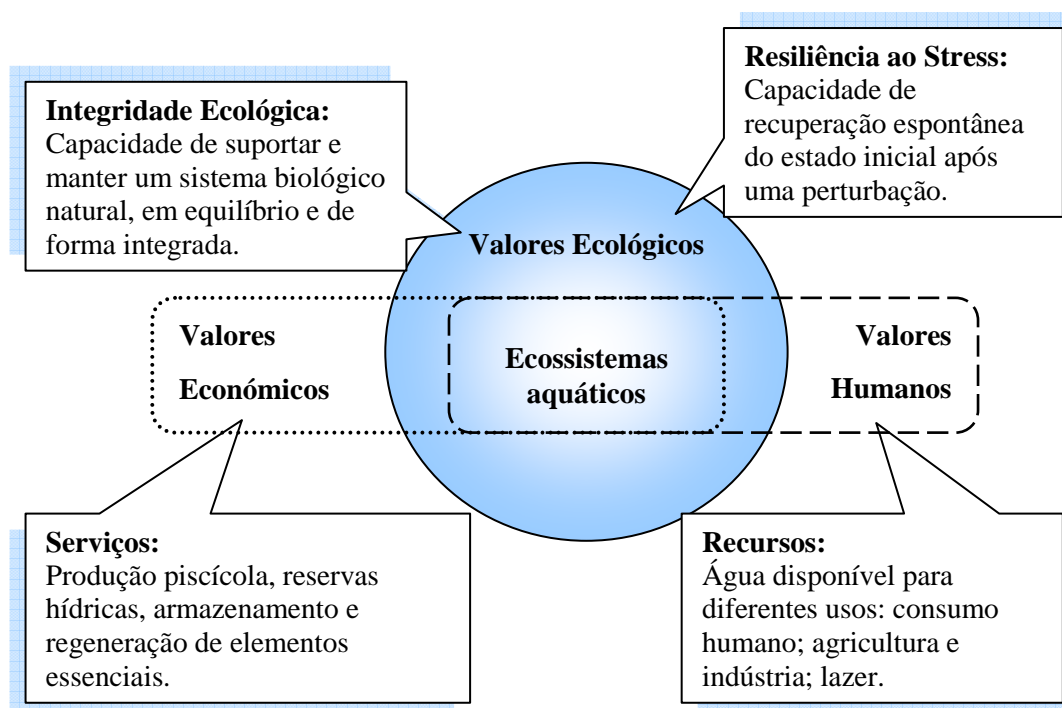


Figura 2.1 Representação esquemática do conceito de ecossistema aquático “saudável” segundo uma perspectiva global da definição de integridade ecológica adaptado de Karr (1998) in (Teiga, 2003).

2º Individualidade e unidade do troço ribeirinho

A escala de trabalho mais utilizada é, a nível local, a de um troço com menos de 3 km de extensão. À escala regional já varia entre os 3 e os 30 km e ao nível nacional entre os 30 e 100 km. Ao nível da escala internacional (Portugal/ Espanha) é a bacia hidrográfica. A escala de bacia hidrográfica é, também, a mais aconselhada a nível de gestão de recursos hídricos (Wolters [et al.], 2001).

Cada troço integra as características locais que lhe conferem uma individualidade própria. Esta individualidade é resultante da posição do troço na bacia hidrográfica, das condições hidrológicas e morfológicas, dos processos biológicos e das influências sócio-culturais que historicamente ocorreram nesses espaços, e que devem ser conhecidas.

As características específicas e gerais de cada local, devem ser incorporadas nos projectos com o objectivo de serem solucionadas ou minimizadas.

Os troços que se encontrem em melhor estado de conservação devem ser analisados, constituindo-se como pontos de referência nas intervenções de reabilitação (Tánago & Jalón, 1998).

3º Conectividade com a bacia hidrográfica e função de corredor ecológico

A dependência de um troço ribeirinho relativamente à sua bacia hidrográfica é muito grande, de acordo com toda a dinâmica em espiral de água, de sedimentos, de nutrientes, de energia, e de seres vivos que circulam ao longo do rio de uma forma descendente (da nascente para a foz) e ascendente (da foz para a nascente), transversal (do leito para as margens) e na vertical (da superfície para a profundidade, e vice-versa) (INAG, 2007).

Uma intervenção pontual é ineficaz, uma vez que os problemas derivam de características de outros locais, a montante ou a jusante. A interligação é desejável uma vez que, se existirem boas condições de qualidade a montante desse local, é provável que essas condições se repercutam como boas, a jusante.

As zonas ripárias são consideradas como um dos habitats biofísicos mais complexos do planeta, pela sua biodiversidade, pelo dinamismo e pela produtividade primária. A interligação do leito e das margens da ribeira com a vegetação ribeirinha exerce uma importante função de corredor ecológico, também designado de corredor ripícola ou corredor ribeirinho. As principais funções deste corredor são: canal de ligação, habitat, barreira, obstáculo, filtro, origem e destino final de seres vivos, nutrientes e “materiais inertes” (Figura 2.2), (Hess & Fischer, 2001).

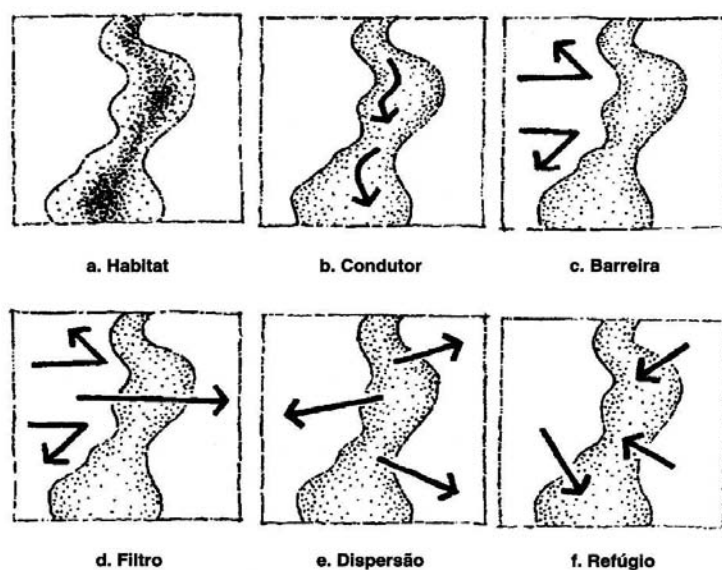


Figura 2.2 Principais funções do corredor ripícola (Saraiva, 1999).

Os projectos de reabilitação devem ter soluções de respeito pelo local e pela bacia hidrográfica, tendo em atenção as funções de corredor ecológico. Deve evitar-se a uniformização de medidas de intervenção de todos os troços a reabilitar, evitando-se, deste modo, a monotonia da paisagem e permitindo a diversidade de habitat com interligação entre os diferentes troços.

4º A biodiversidade dos rios e ribeiras

A biodiversidade dos cursos de água é o resultado de uma heterogeneidade de habitats e de uma grande conectividade funcional entre eles. Os ecossistemas ribeirinhos naturais apresentam altos valores de biodiversidade.

A diversidade biológica requer espaços úteis para as diferentes fases de desenvolvimento das espécies que compõem a comunidade, conferindo-lhe, em caso de perturbação, uma maior capacidade de resiliência (Figura 2.3).

Por conseguinte, a presença de vegetação ripícola em zonas de rápidos e remansos cria, normalmente, condições favoráveis a valores altos de biodiversidade. Estes locais propiciam o aparecimento de heterogeneidades, que possibilitam a existência de diferentes habitats e substratos, que cada espécie deverá seleccionar de acordo com a sua adaptabilidade ao meio.

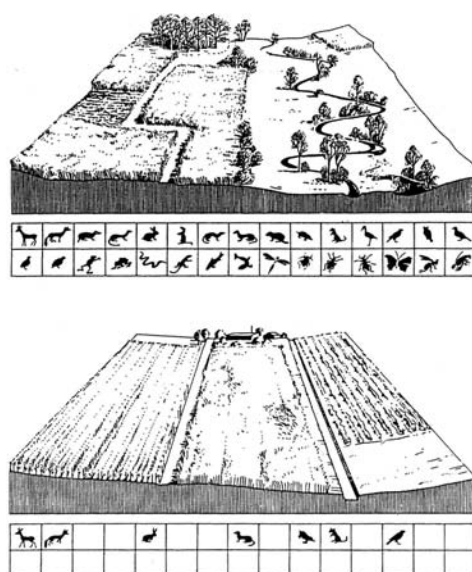


Figura 2.3 Relação entre a diversidade e os diferentes usos do solo (Tánago & Jalón, 1998).

Com a reabilitação de um sistema fluvial deve-se tentar incrementar a heterogeneidade de habitats e, consequentemente, de condições hidráulicas, potenciando a diversidade e a irregularidade de formas e aspectos que se observam na natureza (Tánago & Jalón, 1998; Saraiva, 1999). Deve-se evitar alterações radicais no ecossistema, isto é, alterações que transformem, irreversivelmente, as características-base de um determinado sistema ribeirinho.

5º Actuar a favor da natureza numa concepção naturalista

Em termos de reabilitação deve-se, sempre que possível, agir no sentido de preservar aquilo que se considera natural, pois obtêm-se resultados mais económicos, estéticos e eficazes, em vez de se actuar “contra natura”. Portanto, deve-se seleccionar, preferencialmente, materiais naturais de proveniência local – madeira, plantas, pedras e solo. A combinação adequada de materiais mais rígidos com elementos finos pode constituir um espaço utilizável pela flora e fauna autóctone.

A aplicação destes elementos naturais é mais simples nos pequenos cursos de água com baixo potencial hidráulico. Nos grandes cursos de água, é necessária a utilização de sistemas suficientemente resistentes à força da corrente, que permitam uma colonização e fixação pela vegetação, tais como, geossintéticos, gabiões, colchões, enrocamentos, de forma a permitir a estabilização e a recriação das condições naturais.

O conhecimento das leis de funcionamento natural facilita a intervenção. Existem perspectivas que acham que a incorporação de elementos naturais encarece a intervenção relativamente às soluções de regularização na realização dos projectos. Importa ter em consideração os benefícios obtidos no funcionamento ecológico e no valor estético do rio e das ribeiras, e atender aos custos de conservação, a longo prazo.

6º Manutenção orientada

A ausente ou desajustada manutenção poderá levar a um desequilíbrio no sistema, nomeadamente a nível do desenvolvimento da galeria ripícola, reiniciando-se o processo de degradação. O estabelecimento do equilíbrio dinâmico será sempre um objectivo a alcançar de forma continuada. Contudo, a monitorização e as intervenções de manutenção poderão ser mínimas, se se tiver em conta a dinâmica e evolução dos processos naturais (FISRWG, 2001).

A conceptualização baseia-se no conhecimento de como o sistema voltará ao equilíbrio. Há situações que são mais rápidas, como o restabelecimento da qualidade da água, e outras mais lentas, como o restabelecimento da vegetação ripícola. Variam em termos da sua estrutura, desenvolvimento e maturidade, em resultado das interacções mútuas, durante um período de tempo mais ou menos longo. Deve-se manter as estruturas mais desenvolvidas, através de processos de manutenção para essa finalidade (Saraiva, 1999).

Devem-se também tirar partido das potencialidades do meio envolvente. Assim, há a necessidade de manter um bom relacionamento com os interventores ribeirinhos, pretendendo-se um trabalho em conjunto, com objectivos comuns e de forma sustentada (FISRWG, 2001).

7º Disponibilidade de espaço

Manter uma diversidade de habitats e formas de vida que respondam ao funcionamento estável do ecossistema fluvial, exige disponibilização de um determinado espaço no qual se desenrolem as actividades físicas e biológicas de uma forma livre, como seja, a existência do leito de cheia para as inundações periódicas e locais de desova e de alimentação. Este procedimento é de extrema importância no equilíbrio e manutenção natural do ecossistema. Em muitos casos, a origem da instabilidade e degradação dos sistemas fluviais é devido ao confinamento do leito, pela redução da largura do canal, cortando, assim, a conectividade com o leito de cheia e destruindo o espaço vital para o ciclo de vida de várias espécies.

Os troços que sofrem maior intervenção humana, nomeadamente nos meios edificados, requerem uma particular atenção no que diz respeito à resolução dos conflitos pelo uso exaustivo das margens ribeirinhas, de forma a evitar cheias e riscos acrescidos de poluição. Em alguns troços, a sua reabilitação implica ampliar o espaço disponível com aquisição de solos, para criar as faixas “tampão” e restabelecer a dinâmica lateral da linha de água. Importa salientar que o projecto de requalificação necessita de ter uma extensão mínima, para que o efeito de orla e a influência das actividades do uso do solo adjacentes não se tornem incompatíveis com a reabilitação (Tánago & Jalón, 1998).

8º Prevenir a degradação e determinar o grau de vulnerabilidade

É importante determinar o grau de vulnerabilidade do sistema ribeirinho à deterioração – número de indústrias da região sem tratamento dos efluentes, idade da população, sensibilidade ecológica, etc. Com este conhecimento, pode-se ter uma ideia de qual o melhor caminho a seguir para atingir o equilíbrio sustentado e quais as medidas preventivas a tomar (FISRWG, 2001).

A necessidade de assumir os custos da conservação de sistemas naturais torna-se cada vez maior. Sendo assim, é de extrema importância evitar a sua degradação, a permanência de fontes de poluição e a implementação de projectos que não incorporem, ainda, a prática de atitudes preventivas de degradação dos espaços ribeirinhos.

A reabilitação de um troço de rio é um processo dispendioso, pelo que a prevenção continua a ser a opção mais vantajosa em termos globais, contudo raramente é aplicada às ribeiras.

9º Integração com os planos de ordenamento

A reabilitação dos ecossistemas ribeirinhos não deve ser uma intervenção isolada e pontual, mas sim uma vontade assumida em termos globais, nomeadamente em termos de planos de ordenamento. As medidas a implementar na reabilitação de um troço, devem ser integradas de uma forma global com todas as outras intervenções e acções que ocorram de acordo com o Plano de Bacia Hidrográfica (PBH), Plano Nacional da Água (PNA), Reserva Ecológica Nacional (REN), Reserva Agrícola Nacional (RAN), Plano Director Municipal (PDM) e com outras ferramentas de ordenamento do território que se possam sobrepor e coexistir neste espaço. Desta forma, poder-se-á intervir de forma coerente e evitar acções redundantes ou perniciosas para o sistema ribeirinho.

A reabilitação das ribeiras deverá ter, como principal prioridade, a melhoria da condição da água e do uso do solo da bacia hidrográfica, permitindo a recuperação dos recursos hídricos. Os sistemas de classificação das linhas de água, do uso do solo e das zonas húmidas, devem considerar explicitamente as distâncias das margens do leito de cheia, que mantenham uma grande conectividade com o leito do rio (FISRWG, 2001).

10º A reabilitação requer estudos e projectos, competências técnicas e apoio da população ribeirinha

A reabilitação de troços de rios deve ocorrer após a realização de estudos prévios de caracterização. Na recolha de informação necessária, deve-se ter em conta a detecção de problemas, o conhecimento do funcionamento do sistema em causa, a selecção do troço a reabilitar, o estabelecimento das prioridades e a definição de objectivos. Quanto à elaboração do projecto de reabilitação, este deverá estar a cargo de uma equipa inter-disciplinar, com especial enfoque para a selecção de profissionais especializados em recursos hídricos. Deve-se seleccionar os níveis aceitáveis de alteração do sistema em causa, nomeadamente a tolerância mínima aceitável, o que permite intervir sem causar perdas irreversíveis deste recurso (FISRWG, 2001).

Os projectos de reabilitação e conservação devem ser aceites, ser do conhecimento geral e, ainda, ter o apoio das populações ribeirinhas. A população deve ser considerada uma condicionante do projecto, assim como todos os usos e costumes dos intervenientes, uma vez que, é deles que depende a manutenção e o sucesso da reabilitação. A população será a primeira a usufruir da qualidade de vida e do valor acrescentado da reabilitação – melhor qualidade de água para rega, melhoria do habitat, melhores condições, maior sensibilidade em educação ambiental, espaço de lazer e turismo e descoberta da paisagem, concursos de fotografia, etc. O valor social e económico, associado à

alteração, deve determinar os benefícios da reabilitação, melhorar o habitat, a qualidade da água, manter a diversidade das espécies locais, estabelecer o espaço para o desporto e lazer, mencionando as mais-valias alcançadas e não apenas os custos que acarreta para as populações locais (FISRWG, 2001).

Actualmente, os objectivos prioritários nas sociedades desenvolvidas vão no sentido de controlar e manter a qualidade da água nas bacias, de modo a ser possível a sua reutilização e o uso sustentável, evitando a degradação do ambiente e as ameaças à saúde pública (Saraiva, 1999; Cabecinha, 2002).

11º Mitigação dos impactes do processo de reabilitação

Para além de todos os princípios básicos de reabilitação já descritos, há ainda a referir alguns cuidados de mitigação de impactes a ter em conta durante a implementação do processo de reabilitação.

2.5 METODOLOGIAS DE CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RIOS E RIBEIRAS

2.5.1 METODOLOGIA DO BANCO MUNDIAL

O Banco Mundial, no âmbito do financiamento de projectos a executar em países em vias de desenvolvimento, nomeadamente, no continente asiático, desenvolveu directrizes para apoiar o processo de AIA que determinados projectos poderiam causar no ambiente. Alguns destes documentos, como o *Environmental Impact Assessment for Developing Countries en Ásia*, o *Enviromental Risk Aessment* (ERA) e o *Ecological Risk Assessment* (EcoRA), são incluídos no processo de AIA.

Segundo Lohani [et al.], (1997), o ERA consiste no processo de avaliação da possibilidade de ocorrência de efeitos adversos no ambiente, ou transmitidos por este, originados por actividades associadas ao homem, como as actividades em instalações industriais e o transporte de substâncias perigosas.

O EcoRA está incluída na ERA, mas lida apenas com potenciais danos em ecossistemas ou habitats, em detrimento de uma análise mais detalhada na saúde humana, contemplada na ERA.

A aplicação da ERA a ecossistemas é, geralmente, comparativa e qualitativa, uma vez que raramente se encontram disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos das pressões exercidas no ambiente e respectivos impactes nos ecossistemas. No entanto, a aplicação da ERA é útil para as entidades decisoras, porque permite a hierarquização dos riscos ambientais existentes, e a identificação de medidas de minimização do risco. Na eventualidade das entidades competentes considerarem que os riscos não são aceitáveis, podem implementar alterações de modo a diminuir o risco ou limitar as suas consequências. As etapas consideradas na implementação da ERA são a identificação e a avaliação dos perigos, a descrição dos cenários de exposição e a caracterização e gestão do risco (Lohani [et al.], 1997).

2.5.2 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

O objectivo desta didáctica consiste em avaliar a probabilidade de ocorrência de efeitos ecológicos adversos, como resultado de pressões exercidas no ambiente (EPA, 2003). São três as principais fases desta metodologia: formulação do problema, análise do risco e caracterização do risco. De modo idêntico à metodologia do Banco Mundial, a sua aplicação permite a adopção de medidas para a redução do risco e mitigação das consequências de um acidente.

Na etapa de formulação do problema são definidos os objectivos pretendidos com a avaliação do risco e desenvolve-se o modelo conceptual para análise de riscos. As tarefas incluem a recolha de informação sobre fontes de perigo, os factores de pressão e as características dos ecossistemas a analisar, o que permite a definição de critérios para avaliação de consequências.

Durante a etapa de análise de risco, são avaliadas as consequências da exposição dos ecossistemas aos factores de pressão. Esta etapa inclui duas actividades que interagem entre si: a caracterização dos níveis de exposição, que descreve as fontes de pressão e a sua distribuição no ambiente, e a caracterização dos efeitos ecológicos.

Na última etapa – caracterização do risco – o risco ecológico é estimado com base nos factores de pressão e consequente resposta dos elementos em risco. É indicado o grau de confiança da estimativa do risco e são identificados os efeitos adversos resultantes da exposição ao risco.

2.5.3 SOUTH AFRICAN RIVER HEALTH PROGRAMME

Uma enorme quantidade de factores determina o estado de integridade ecológica ou a “saúde” de um ecossistema aquático. As suas características geomorfológicas, hidrológicas, substâncias químicas e qualidade de água, física, química, bacteriológica e a natureza do fluxo e habitats ribeirinhos, torna pouco prático, difícil, senão impossível, monitorizar em detalhe cada um destes factores.

O *South African River Health Programme* (RHP) focaliza indicadores ecológicos, seleccionando aqueles que são mais representativos do ecossistema e de maior facilidade de avaliação. As comunidades aquáticas residentes reflectem os efeitos de substâncias químicas e os impactos físicos de uma maneira integrada no tempo, sendo considerados como indicadores de integridade ecológica global. Para divulgar os resultados do RHP deve-se simplificar as informações, pois são o resultado da monitorização complexa dos componentes da comunidade aquática. A aplicação directa e final dos resultados pode dirigir-se a gestores de recursos hídricos, a investigadores e ao público em geral. A simplificação dos resultados é conseguida através de um índice biológico, que integra e resume dados biológicos de cada grupo de indicadores ecológicos. Neste contexto, são usados índices biológicos para quantificar a condição ou saúde de ecossistemas aquáticos, cujo formato de produção é normalmente numérico. O RHP tem como principal objectivo estimular e aumentar a informação, utilizando a evolução dos recursos técnicos e científicos para o desenvolvimento de índices e indicadores físicos, químicos e biológicos (RHP, 2003).

2.5.4 RIVER HABITAT SURVEY

O sistema RHS é um método para a avaliação das características físicas e qualidade dos habitats dos recursos hídricos. Foi desenvolvido para ajudar a conservação e reabilitação dos habitats de fauna e flora e ao longo do rio e do seu leito de cheia. Tem o propósito de equipar os gestores dos recursos hídricos com a informação necessária para manter ou promover a biodiversidade e, para tal, utiliza os planos dos gestores e a avaliação do impacto ambiental.

Este sistema é baseado na informação e na pesquisa da maior base de dados da UK e Ilha de Man, num conjunto de 85000 km de leito, classificado pela qualidade da água, habitats e características físico-químicas e geográficas (Raven [et al.], 1998).

Baseados na experiência da caracterização de corredores ribeirinhos, os métodos foram desenvolvidos e refinados por inúmeras experiências de campo e, subsequentemente, análise dos dados. A análise da RHS não requer um especialista geomorfológico ou um perito em botânica, pois baseia-se nos dados obtidos por observação. Consiste, portanto, no reconhecimento dos parâmetros incluídos na ficha de examinação/ caracterização. Para o conseguir, foi elaborado um manual ilustrado, um vídeo de acompanhamento e um programa de treino para os examinadores de campo, onde são testados e posteriormente acreditados.

2.5.5 PROJECTO RIOS

Muitos problemas ambientais de degradação são recorrentes no meio hídrico e encontram-se, maioritariamente, nas zonas envolventes das áreas edificadas, devido a descargas de águas residuais, domésticas, industriais, poluição agrícola, deposição de entulhos, construções desmedidas no leito de cheia, destruição da galeria ripícola e canalização de troços, com consequências directas ao nível do ecossistema ribeirinho.

O Projecto Rios, com origem na Catalunha e mais tarde implementado na Galiza, foi lançado em Portugal pela Associação Portuguesa de Educação Ambiental (ASPEA) e pela Associação de Professores de Geografia (APG). Neste momento, conta com vários parceiros, como o Centro de Estudos Geográficos da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa (CEG), o Ministério da Educação – Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular (ME-DGIDC), o INAG, a Liga para a Protecção da Natureza (LPN), a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e algumas escolas básicas e secundárias que, desde o início, aderiram a este Projecto (Santos, 2006).

O Projecto Rios tem como principal objectivo a concretização de um plano de adopção de um troço de um rio (cerca de 500 m) ou de uma linha de água de menor dimensão. Para auxiliar esta tarefa de forma sustentada, são fornecidos materiais didácticos e outras informações, incluindo as metodologias a seguir neste estudo. Assim, no Projecto Rios é possível aprender a valorizar a sua importância e implementar uma rede nacional através da observação, monitorização e vigilância, visando a conservação e adopção de diferentes troços de rios. Pretende-se, ainda, desencadear um conjunto de actividades experimentais de educação ambiental e participação pública, para auxiliar a implementação da DQA e de planos de reabilitação dos rios e ribeiras, com o envolvimento e responsabilização de toda a comunidade civil para o desenvolvimento sustentado.

Durante o ano lectivo de 2006/ 07, várias escolas mostraram interesse em inscreverem-se no Projecto Rios. Umas por vontade directa dos seus docentes, outras movidas pela motivação demonstrada pelos respectivos municípios (Projecto Rios, 2008). Sendo assim, a adesão de inúmeras escolas demonstra uma vontade expressa de aproximar o meio escolar à realidade local, na medida em que participam

directamente na monitorização do troço de um rio, realizam experiências práticas num laboratório natural e exemplificam, com dados concretos, os programas curriculares escolares.

2.5.6 METODOLOGIA DE ESTUDO DA FAUNA

Tão grave como o inevitável processo destrutivo, consequente do enchimento das futuras albufeiras é a quebra do *continuum* vegetal. O desaparecimento de corredores ecológicos, fundamentais na dispersão, terá como consequência imediata o isolamento populacional e também um risco mais elevado de extinção de espécies locais.

O Estudo da Fauna é a metodologia que permite observar a presença de dois bioindicadores da qualidade do habitat, nomeadamente a lontra e a toupeira-de-água.

Esta metodologia para o conhecimento da fauna foi aplicada no âmbito do Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor. A construção de barragens, desde sempre, constituiu um aspecto ambiental muito polémico, sobretudo devido aos impactes que gera nos ambientes ripícolas e populações animais a eles associadas. Ao transformar sistemas lóticos em sistemas lênticos, as consequências mais directas da transformação de rios e ribeiras em vastas e profundas massas de água, são a redução da diversidade das comunidades de macroinvertebrados e peixes autóctones, para além da degradação da qualidade da água e da erosão das margens.

Pode-se dizer que este estudo possibilitou não só uma melhor percepção do habitat e da sua interligação com todos os interfaces biológicos e físicos, como também uma noção mais consistente acerca da relação água/ terra (água e as suas margens), como fonte de vida e a base de uma elevadíssima cadeia de ecossistemas e relações biológicas. O estudo destes dois seres vivos (a lontra e a toupeira-de-água) não é por acaso, mas porque estão em risco em toda a Europa e por serem espécies sensíveis ao meio ambiente e à envolvência física (habitat).

2.5.7 RIPARIAN QUALITY INDEX

No trabalho efectuado por Marta del Tanago (2006), é proposto uma nova metodologia, o índice RQI, para a avaliação da estrutura e dinâmica fluvial das ribeiras, tendo como base a sua hidrologia e geomorfologia. São considerados sete atributos de fácil reconhecimento visual: a continuidade longitudinal da vegetação “lenhosa”; a largura do espaço ripário ocupado pela vegetação associada ao rio; a composição e estrutura da vegetação ripária; a regeneração natural das principais espécies lenhosas; a condição das margens; a conectividade transversal do leito com as suas ribeiras e a largura de inundação (leito de cheia) e, por fim, a conectividade vertical através da permeabilidade e/ ou grau de alteração dos materiais e o relevo dos solos ripários. A caracterização de cada atributo é levada a cabo atendendo às condições de referência de cada tramo fluvial, segundo a sua tipologia relativa a um regime hidrológico e consoante as características geomorfológicas do vale, do leito e da região bio-geográfica em que está inserida.

O índice proposto constitui uma ferramenta muito útil no contexto da DQA, servindo para a caracterização do estado ecológico, para a identificação dos problemas existentes, para a formulação de estratégias de gestão, visando a sua recuperação e restauração e para a avaliação, com critérios quantitativos, das acções efectuadas (Tanago [et al.], 2006).

2.5.8 AGÊNCIA DE ÁGUA CATALÃ

Segundo a ACA, a análise do risco é feita primordialmente pela identificação das pressões e dos impactos relativos a essas pressões. Deve entender-se como pressão, a actividade ou acção antropogénica que pode repercutir-se sobre o estado dos sistemas aquáticos. A análise de pressões e impactos foi feita para os rios e ribeiras de forma conjunta para analisar o risco derivado do insucesso de não atingir os objectivos assinalados pela DQA (Figura 2.4).

Esta directiva contempla a possibilidade de não serem cumpridos os objectivos ambientais determinados para as massas de água por causas naturais, em condições extremas. Por este motivo, foram analisados critérios excepcionais, seguindo as recomendações da DQA, mesmo que alguns desses fenómenos possam ser fruto da actividade humana.

Os fenómenos analisados foram as secas, as cheias, os incêndios florestais, as tendências e perspectivas do futuro sobre a alteração climática, o desenvolvimento e a planificação territorial e urbanística.

São analisadas as pressões, o risco de incumprimento determinado pelas pressões que sejam classificadas como significativas, bem como, a partir da análise dos impactos, pode-se aferir aquelas massas de água que terão riscos de incumprimento dos objectivos.

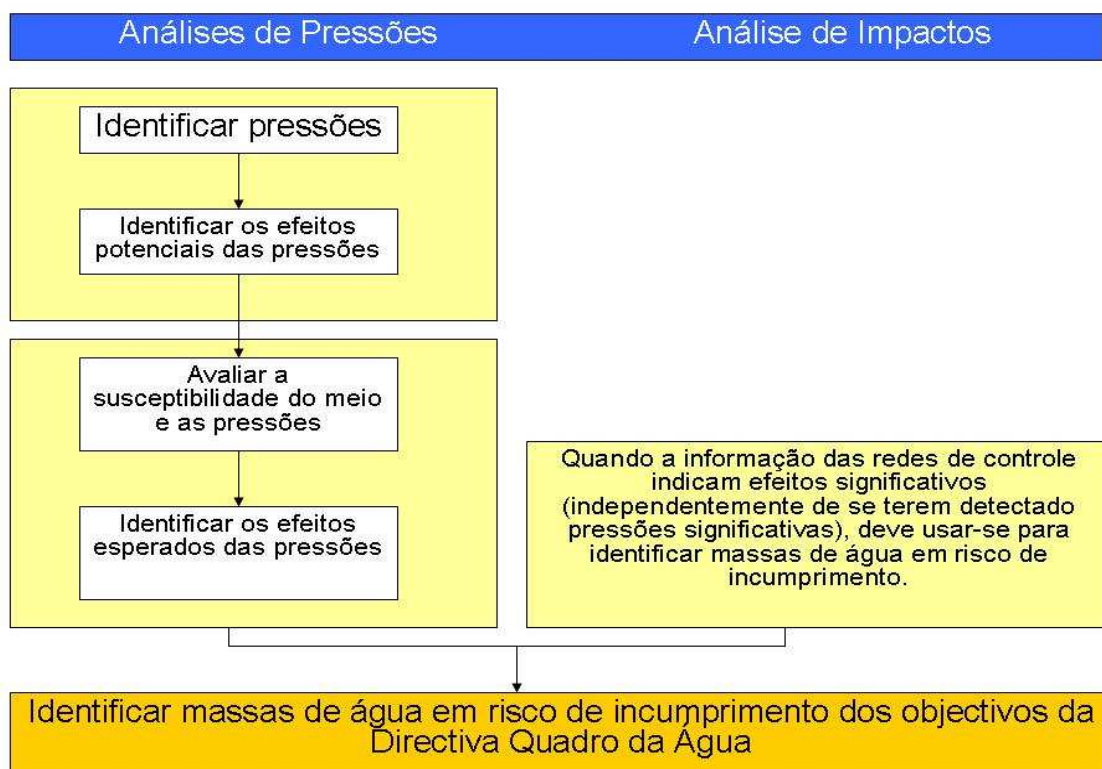


Figura 2.4 Análise de pressões e de impactos (ACA, 2006).

2.5.9 METODOLOGIA DO INSTITUTO DA ÁGUA

A caracterização do “estado ecológico de referência” obriga à identificação dos ecótipos. Para tal, a DQA permite a adopção de um de dois métodos. Esta é a base da metodologia proposta pelo INAG.

De acordo com o Anexo V da DQA, o “estado ecológico” das águas superficiais é definido com base em diversos parâmetros agregados em três grupos: elementos biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos.

Os elementos biológicos constituem a base de avaliação da qualidade da água, sendo usados como indicadores da sua qualidade ecológica. A determinação destes elementos envolve a análise da composição e abundância da flora aquática e dos macroinvertebrados bentónicos, assim como a composição, abundância e estrutura etária da ictiofauna. Os elementos que condicionam as comunidades biológicas têm de ser relacionados com a análise das pressões das actividades humanas da bacia hidrográfica sobre as águas.

Os elementos hidromorfológicos e físico-químicos são os parâmetros de suporte dos elementos biológicos, uma vez que englobam os factores abióticos que condicionam a comunidade biológica.

Os parâmetros físico-químicos são avaliados através da presença de poluentes prioritários (estabelecidos pelo mecanismo definido no artigo 16º da DQA) ou de outras substâncias poluentes descarregadas em quantidade significativa nos meios hídricos.

O sistema “A” consiste em definir os ecótipos de forma discreta, em função de um conjunto fixo de intervalos de variação e das características de determinados parâmetros – altitude, área de drenagem, tamanho dos meios hídricos e geologia – originando, assim, um conjunto discreto de ecótipos em cada bacia hidrográfica.

O sistema “B” permite definir os ecótipos de forma contínua ao longo da bacia hidrográfica, através dos valores (agora sem intervalos de variação pré-estabelecidos) e das características dos mesmos parâmetros básicos utilizados no sistema “A”, complementados por parâmetros opcionais considerados relevantes para estabelecer a variação espacial dos ecótipos (INAG, 2005).

3

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA FLUVIAL

No âmbito desta tese, emergiu como primordial objectivo a elaboração e proposta de uma metodologia global de caracterização do sistema fluvial que seja aplicável no nosso país. Para tal, tornou-se fundamental o estudo e análise de exequibilidade de aplicação de outras metodologias já existentes. Sendo assim, neste capítulo aprofundam-se as metodologias que serviram de base a este trabalho. Assim, das metodologias genericamente explanadas no subcapítulo 2.5, decidiu-se não utilizar neste estudo a do RHS, a do Banco Mundial e a da *Environmental Protection Agency* (EPA), por ausência de condições para, em tempo útil, proceder ao preenchimento das correspondentes fichas de campo e métodos de caracterização. Na selecção teve-se em conta a exequibilidade e a facilidade de aplicação no contexto da reabilitação de rios e ribeiras.

Assim, as metodologias de caracterização seleccionadas e utilizadas neste estudo foram:

- *River Habitat Survey*
- Projecto Rios
- Estudo da Fauna
- Agência de Água Catalã
- *Riparian Quality Index*
- Instituto Nacional da Água

Estas foram comparadas e analisadas entre si, quanto às métricas (indicadores) utilizadas, os objectivos, o método de aplicação, sua forma de análise e, ainda, a apresentação de resultados.

3.1.1 RIVER HABITAT SURVEY

A metodologia da RHS foi feita para ser executada em qualquer altura do ano, mas deve-se ter em atenção que em rios com pouco ensombramento (rios fora de zonas de montanha) as modificações sofridas entre o Inverno e o Verão são grandes, essencialmente ao nível da vegetação. O período de caracterização é maior nos rios de montanha devido ao ensombramento das encostas (RHS, 2008).

A recolha de dados é feita através de fichas de caracterização para um troço de rio com 500 m de comprimento. Para cada ponto de amostragem, ou *spot-check*, a informação recolhida é assinalada na referida ficha. Alguns dos parâmetros desta ficha são: altitude, inclinação do talvegue, geologia, distância à nascente, parâmetros do canal (quer no leito quer nas margens) e do corredor envolvente adjacente ao rio, o substrato do canal, características do habitat, tipos de vegetação aquática, complexidade da estrutura de vegetação das margens e tipo de modificação artificial do canal e margens (RHS, 2008).

Estes parâmetros são registados num total de 10 pontos (secções) de caracterização localizados em intervalos de 50 m. A forma de levantamento é simples e consiste no preenchimento da ficha por abreviaturas (duas letras) para cada parâmetro. Estas abreviaturas fazem parte quer do formulário quer da ficha com variáveis analisadas pontualmente – *spot-check key* – para facilitar o estudo.

Uma *checklist* de recolha de dados de continuidade é também proposta para assegurar que as características e modificações que ocorrem entre os pontos de caracterização sejam assinaladas (Tabela 3.1). A largura da água e das margens, a altura das margens e profundidade da água são medidas, nomeadamente em diferentes secções transversais. Estes parâmetros devem ser recolhidos em locais representativos no sentido de fornecer informação acerca dos processos geomorfológicos que se desenvolvem no canal. O número de *riffles* (lóticas) e *pools* (lênticas) são também registados.

Os atributos assinalados pela RHS captam a variação estrutural dos rios de uma grande escala de organismos, desde microscópicos a algas, peixes, aves e mamíferos.

A RHS pode ser realizada em períodos de baixo caudal, mas não deve ser efectuada durante períodos de cheia, pois muitas das características do ribeiro não ficam visíveis. Ainda mais importante são as modificações que ocorrem nas características do habitat, aumentando-o ou diminuindo-o, fazendo com que a análise comparativa não seja válida (RHS, 2008).

Tabela 3.1 Os principais parâmetros levantados para aplicação da RHS apresentados no Capítulo 0

Parâmetros levantados/assinalados	Em 10 pontos	Em contínuo
Forma predominante do vale		✓
Substrato predominante do vale	✓	
Material predominante das margens	✓	
Tipo de fluxo (<i>flow</i>) e suas consequências	✓	✓
Modificações do canal e das margens	✓	✓
Estrutura da vegetação da base e do topo das margens (<i>bankface, banktop</i>)	✓	
Tipo de vegetação do canal	✓	✓
Tipo de perfil das margens (modificado ou não)		✓
Árvores nas margens e parâmetros associados		✓
Parâmetros do habitat do canal	✓	✓
Parâmetros artificiais	✓	✓
Parâmetros de especial interesse		✓
Uso do solo	✓	✓

Esta metodologia é apoiada em índices qualitativos obtidos, por reconhecimento visual, num determinado troço representativo, para cada índice.

O índice da Qualidade do Bosque da Ribeira (QBR) avalia o grau de desenvolvimento do corredor ribeirinho, a sua continuidade e conectividade com todo o meio, mas também entre os diferentes ecossistemas. Através da avaliação qualitativa separada de quatro parâmetros consegue, no final, associá-los num só índice, de acordo com a classificação na Tabela 3.2. Os parâmetros são: grau de

cobertura da zona ribeirinha, estrutura da cobertura vegetal (contabiliza-se toda a zona ribeirinha), qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo morfológico da zona ribeirinha) e grau de naturalidade do canal fluvial. Estes parâmetros vão ser apresentados em detalhe no Anexo A2.

Tabela 3.2 Intervalos de valores para o índice QBR e respectivas designações (Oliveira, D., 2005)

Classe	Descrição	Intervalos (%)	Gradiente de cores
V	Degradação extrema, qualidade péssima	≤25	
IV	Alteração forte qualidade má	25-50	
III	Início de alteração importante, qualidade intermédia	50-75	
II	Bosque ribeirinho ligeiramente perturbado qualidade boa	75-90	
I	Bosque ribeirinho sem alterações qualidade muito boa estado natural	≥95	

Outro índice importante a ter em consideração é a análise geomorfológica. Esta avaliação é efectuada de modo similar à anterior, pois classifica o tipo geomorfológico de acordo com características medidas em paralelo mas que, depois de combinadas, permitem a obtenção de um índice. Essas características são o tipo de desnível da zona ripária, a existência de ilha ou ilhas no meio do leito do rio e a potencialidade de suportar uma massa vegetal ribeirinha (ver ficha de caracterização do RHS no Cap. 0). A cada associação de características é atribuída uma ponderação de acordo com a Tabela 3.3.

Tabela 3.3 Tipo geomorfológico segundo a pontuação (Oliveira, 2005)

> 8	Tipo III	Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um extenso bosque de ribeira
Entre 5 – 8	Tipo II	Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona vegetada, sectores médios dos rios
< 5	Tipo I	Zonas ribeirinhas extensas, sectores baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque extenso.

Falta referir o índice que avalia o Grau de Qualidade do Canal (GQC). O método de avaliação é similar aos índices anteriores. Consiste na avaliação singular de um a sete parâmetros diferentes, nomeadamente, presença de estruturas de retenção, estrutura do canal, sedimentos e estabilidade do canal, estrutura das margens, alteração artificial das margens, heterogeneidade do canal e estrutura do leito. No final, após atribuição de índices de ponderação relativa faz-se o somatório e obtém-se o índice GQC, que permite classificar o troço de acordo com a Tabela 3.4.

Tabela 3.4 Intervalos de valores para o índice GQC e respectivas designações (Oliveira, 2005)

Classe	Descrição	Intervalos	Gradiente de cores
V	Canal completamente alterado (ex: canalizado, regularizado)	8-13	
IV	Grande alteração do canal	14-19	
III	Início de uma importante alteração do canal	20-25	
II	Canal ligeiramente perturbado	26-30	
I	Canal sem alterações, estado natural	≥31	

3.1.2 PROJECTO RIOS

Este projecto realça a componente da caracterização e do conhecimento do meio hídrico. Para tal, apresenta uma metodologia muito prática e de aplicação simples, que abrange de uma forma concisa os parâmetros mais importantes para o conhecimento do estado do rio ou ribeira (Projecto Rios, 2008) (Figura 3.1).

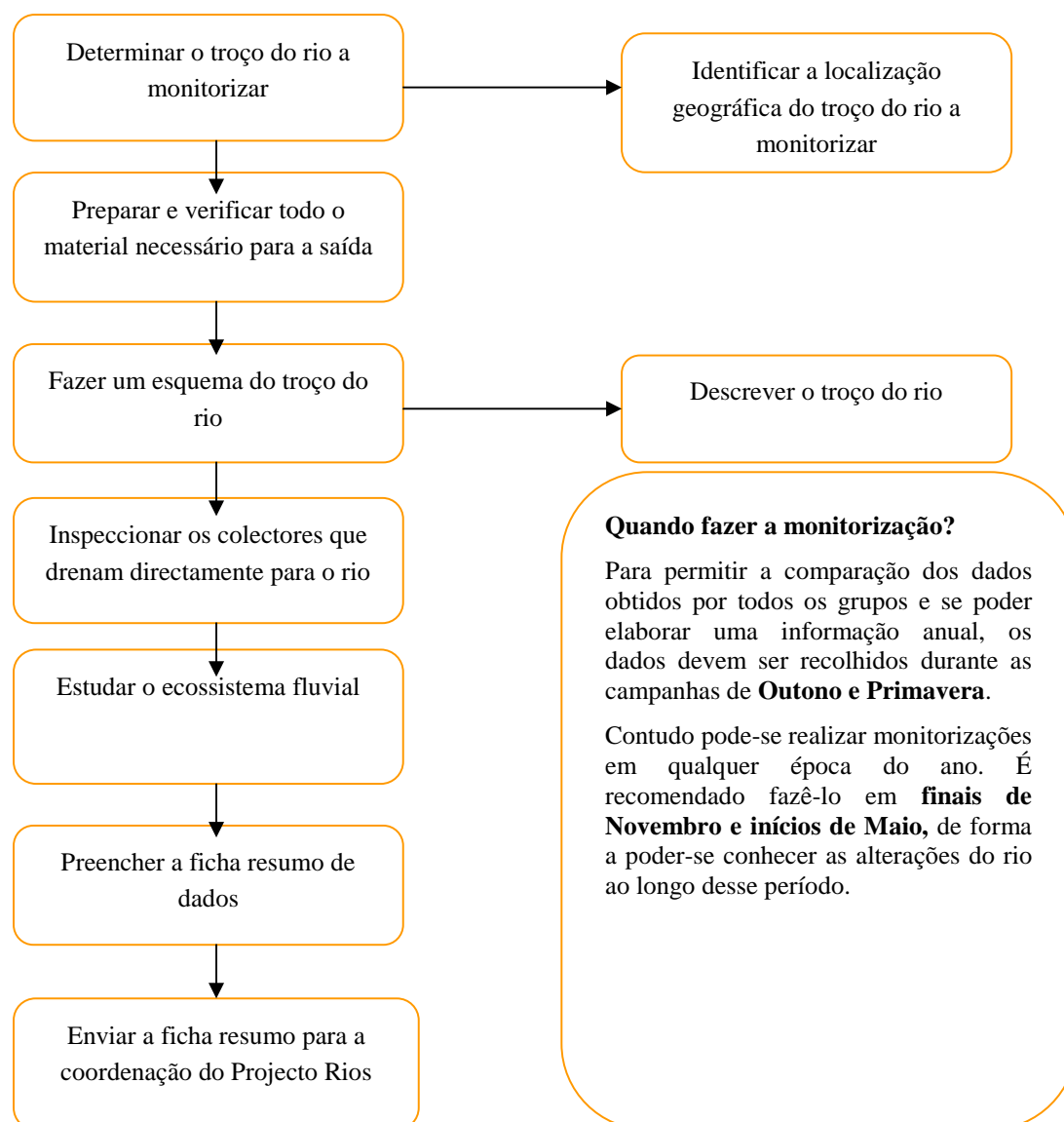


Figura 3.1 Passos a seguir para realizar a monitorização de um rio (Projecto Rios, 2008).

Caracterização em campo

A metodologia proposta pelo Projecto Rios começa com a selecção de um troço de 500 m e identificação da sua localização geográfica. Na primeira etapa é fundamental a elaboração de um esquema do troço. É proposto para a elaboração deste desenho uma metodologia de apoio e uma tabela de símbolos, que permitem também uniformizar os diversos desenhos. Este desenho permite ter sempre actualizado o que existe no troço do rio e onde se localiza. Este processo permite o acompanhamento das alterações que possam ocorrer no sistema fluvial. (Projecto Rios, 2008)

De seguida propõe-se que seja feita uma descrição geral do troço. Esta deverá ser feita por observação directa de todas as características que permitam descrever o espaço em estudo, nomeadamente: infra-estruturas (pontes, ancoradouros, represas, barragens), estado do curso de água, tipos de vegetação e estrutura do canal. A descrição geral do troço detalhada de acordo com os temas assinalados na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 Principais temas da descrição do troço do rio (Projecto Rios, 2008)

A descrição do troço do rio
Presença da água
Dimensões do troço do rio
Cor e cheiro da água
Aparência da água
Margens do rio
Estrutura e alterações do leito do rio
Uso do solo
Vestígios patrimoniais
Presença de resíduos

Seguida da descrição geral, deve-se passar para a caracterização propriamente dita. Escolhe-se um local homogéneo que permita a caracterização do troço de amostragem para proceder a uma visita de campo. Caracteriza-se o troço pelos parâmetros gerais qualitativos presentes na ficha de campo (Anexo A1). Na ficha de campo estão presentes características físicas do troço, físico-químicas da água e biológicas do ecossistema (Tabela 3.6). O procedimento de recolha destes dados é simples, pois é todo feito por classes de valores ou por contagem directa. (Projecto Rios, 2008)

Tabela 3.6 Principais variáveis quantitativas a recolher na ficha de campo (Projecto Rios, 2008)

Físicas:	Físico-químicas:	Biológicas:
Largura	Temperatura	Identificação de fauna
Profundidade	pH (grau de acidez ou alcalinidade da água)	Identificação de flora
Caudal	Nitratos e nitritos	Análise de macroinvertebrados
Sombra	Dureza	
Substrato litológico do leito	Transparência	

A inspecção de colectores (Anexo VI – ficha de campo do Projecto Rios), assume uma especial importância nesta metodologia uma vez que os resíduos contaminantes têm um forte impacto sobre o ecossistema fluvial (Tabela 3.7). Quando os colectores drenam a água pluvial, arrastam poluentes de origem difusa e pontual, que degradam o ecossistema ribeirinho.

Na ficha de inspecções do colector anotam-se as seguintes características: material do colector; dimensão e o caudal do colector; cor e cheiro do efluente.

Tabela 3.7 Monitorização de colectores

Como realizar a monitorização de colectores:
Podemos realizar a inspecção de colectores enquanto tarefa integrante da monitorização do rio, ou caso não seja possível, fazê-la posteriormente.
Nunca fazer a actividade sozinho.
As pontes são lugares onde frequentemente se observam colectores.
A observação deve ser feita respeitando as regras de segurança.
Sempre que atravessar propriedades privadas deve solicitar-se autorização prévia.
Tirar fotografias para registo das observações.

A selecção dos pontos de amostragem deve ser representativa do troço do rio em estudo.

Bioindicadores

A presença de organismos num rio permite-nos aferir o estado de saúde em que o rio se encontra. Os ambientes degradados apresentam uma menor diversidade mas, por vezes, uma maior quantidade de organismos. Existe uma equivalência entre a presença de determinados organismos e o estado de saúde do ecossistema (Projecto Rios, 2008).

No Projecto Rios, utiliza-se um sistema de bioindicadores simples, mas eficaz – os macroinvertebrados aquáticos que vivem no rio. As razões para a utilização destes organismos são quatro:

1. São fáceis de capturar;
2. São fáceis de observar a olho nu ou com a ajuda de uma lupa;
3. São relativamente fáceis de identificar;
4. São representativos da qualidade do ecossistema aquático.

Para a sua captura, utilizamos um camaroeiro de malha muito fina (0,5 a 2 mm) e com uma abertura de 15 cm de diâmetro. A identificação é realizada com o auxílio de uma ficha-chave.

Índice Simplificado da Qualidade da Vegetação Ribeirinha

Com base na estrutura do corredor fluvial, na sua continuidade e conectividade com as formações vegetais envolventes, é aplicado o Índice Simplificado da Qualidade da Vegetação Ribeirinha – ISQVR. Este serve para caracterizar, de forma rápida, o estado de conservação das margens (Tanago, 2006).

Este índice é uma simplificação do índice QBR, desenvolvido pelo grupo EcoBill da Universidade de Barcelona (Tanago, 2006).

Com a ficha ISQVR, pode-se avaliar de forma independente as três características mencionadas para cada uma das margens: estrutura (A), continuidade (B) e conectividade (C). (Tanago, 2006).

Para a avaliação final do índice (Tabela 3.8) soma-se a pontuação obtida por cada característica - A, B e C.

Tabela 3.8 Classificação final das ponderações do índice ISQVR (Tanago, 2006).

Entre 9 e 12 pontos : Considera-se que as margens estão bem conservadas e que podem realizar as suas funções, assim como servir de corredor biológico para os diferentes organismos. Pressupõe-se que nestas áreas, há elevada biodiversidade na beira do rio e, portanto, condições excelentes para manter a qualidade da água e das comunidades de organismos próprios do troço.
Entre 5 e 8 pontos : O corredor fluvial apresenta um estado de alteração importante, ainda que nestas condições se possa produzir uma regeneração dos factores que causaram a alteração. A mancha de árvores ou a presença de árvores alinhadas, com uma conexão parcial da beira do rio, devido à existência de campos de cultivo sem uma continuidade de vegetação, pode ser objecto de uma restauração que favoreça as árvores, que renove a conexão com os ecossistemas adjacentes e que assegure a continuidade dos bosques da ribeira.
Entre 0 a 4 pontos : Implica uma grande dificuldade na recuperação das margens e das suas funções, especialmente se a conectividade com a vegetação adjacente ou a restauração for difícil ou impossível de se fazer, devido à presença de urbanizações ou infra-estruturas (estradas, por exemplo). Nestes casos, até a qualidade da água pode ser afectada e, portanto, também a qualidade global de todo o ecossistema. Se os índices biológicos medidos na água têm valores elevados ou baixos nestes troços, comprova-se se há concordância entre a qualidade da água e a qualidade da vegetação do rio.

3.1.3 ESTUDO DA FAUNA

Esta metodologia permite observar a qualidade de habitat da lontra e da toupeira-de-água

Portugal aparenta suportar uma das mais abundantes populações europeias de lontra e a razão deste facto pode estar relacionada com a sua localização geográfica e o fraco desenvolvimento industrial, comparativamente com outros países europeus, onde a espécie está extinta ou seriamente ameaçada (e.g. Mason & Macdonald, 1986; Kruuk, 1995).

Mason & Macdonald (1986) referem que a distribuição da lontra na Europa está relacionada com a pressão humana sobre o ambiente. As principais causas de regressão e desaparecimento da lontra e da toupeira-de-água são: a alteração e destruição dos habitats aquáticos, com particular incidência ao nível da vegetação das margens e de toda a sua área circundante; a poluição da água, através da contaminação por compostos tóxicos e metais pesados; a perseguição deliberada que, juntamente com a destruição do habitat e a poluição da água, se admite ser um dos factores que tem constituído maior perigo para a redução da espécie (e.g. Kruuk, 1995, Mason & Macdonald, 1986); a perturbação humana junto aos cursos de água, tais como a presença de habitações e de pescadores e a prática de desportos náuticos; e a destruição involuntária, como o afogamento em artes de pesca e através de atropelamentos. A conjugação destes factores e a sua localização geográfica podem justificar a situação e viabilidade destas espécies no nosso país caso os espaços de habitat sejam correctamente geridos e reabilitados, pelo que a reabilitação pode ter como um dos objectivos a recuperação do habitat dessas espécies.

Metodologia

A lontra e a toupeira-de-água são animais difíceis de observar directamente no seu habitat natural devido à sua timidez e aos seus hábitos maioritariamente nocturnos (Palmeirim & Hoffmann, 1983; Beja, 1995). Por essa razão, a detecção, o número e a distribuição de vestígios indirectos da sua presença (pegadas e excrementos) são vulgarmente usados para avaliar a distribuição e as preferências de habitat das referidas espécies (e.g. Mason & Macdonald, 1987; Queiroz, [et al.], 1998).

Ambas as espécies depositam os indícios de presença nas margens das linhas e planos de água.

Na caracterização de campo realizaram-se trajectos de registo de diversas variáveis ambientais importantes para cada espécie, de forma a poder interpretar e explicar a distribuição das espécies em cada local e definir áreas prioritárias. São de salientar as variáveis relacionadas com as condições de refúgio (ex: percentagem de cobertura por vegetação, estrutura da vegetação ribeirinha), qualidade da água (ex: caudal, transparência) e estrutura do leito e margens (ex: percentagem de sedimentos, etc. – ver Anexo 0). Para a selecção e descrição destas variáveis recorreu-se ao conhecimento da ecologia das espécies, conjugado com outras variáveis consideradas relevantes de acordo com a bibliografia disponível (Queiroz [et al.], 1998).

3.1.4 RIPARIAN QUALITY INDEX

O índice RQI aplica-se em troços ou segmentos fluviais, com um comprimento variável desde que se mantenham uma certa homogeneidade dos atributos considerados. Atendendo ao factor “continuidade longitudinal”, recomenda-se que a aplicação seja efectuada a um troço suficientemente largo, onde se possam avaliar os parâmetros de continuidade de uma forma padrão num comprimento longitudinal entre 100 e 500 metros. Este comprimento pode ser variável segundo os objectivos de cada estudo, e deve indicar-se em cada caso de forma explícita, juntamente com os resultados obtidos do índice. Uma vez limitado o troço em comprimento longitudinal, é necessário identificar o tipo de vale em que se encaixa, para avaliar as dimensões de largura presente ou disponível para o espaço ripário em relação às que são consideradas como óptimas ou de referência (Tánago, 2006).

Cada atributo ripário é classificado de forma independente, segundo as tabelas de aplicação do índice. Os atributos relativos à estrutura da ribeira são caracterizados em cada margem separadamente, já que as condições podem ser muito diferentes (ex: a largura do espaço ripário com vegetação), com diferentes causas de degradação e alternativas de reabilitação. Os atributos relativos ao funcionamento dinâmico das ribeiras são caracterizados de forma conjunta em ambas as margens, considerando que as funções ripárias podem ser asseguradas por uma só margem (ex: regeneração natural), visto que a forma natural poderá ser obtida a partir de uma ou outra margem (segundo o traçado e a dinâmica do leito). A caracterização do estado das ribeiras obtém-se somando os resultados obtidos para cada atributo. Esse valor oscila entre os 10 e 120 pontos, este último correspondente ao melhor estado de conservação, e o 10 relativo ao estado mais degradado. A classificação segundo classes de qualidade estabelece-se segundo a Tabela 3.9 (Tánago, 2006).

Tabela 3.9 Valores do índice RQI e qualidade das ribeiras segundo a condição ecológica dos atributos analisados, incluindo as diferentes alternativas de gestão recomendadas em cada caso (Tánago, 2006).

Valor do RQI	Estado da ribeira	Descrição da condição ecológica	Estratégias de gestão
120-100	Muito Bom	O funcionamento dos atributos das ribeiras não se apresentam ameaçados, encontrando-se num estado de elevada naturalidade (máximo três atributos com uma pontuação inferior à óptima, correspondendo a um estado “bom”).	Grande interesse de conservação para manter o estado actual e prevenir a alteração das funções ripárias.
99-80	Bom	O funcionamento da ribeira encontra-se ameaçado em pelo menos dois ou três atributos (máximo de três atributos com uma pontuação inferior, correspondente ao estado “regular”).	Interesse de protecção para prevenir a alteração e melhorar a integridade das funções ripárias.
79-60	Regular	O funcionamento da ribeira encontra-se ameaçado em pelo menos dois ou três atributos e o resto está ameaçado de degradação (máximo de três atributos com uma pontuação inferior, correspondente ao estado “mau”).	Necessidade de restauração para assegurar a funcionalidade hidrológica e ecológica das ribeiras.
59-40	Pobre	O funcionamento da ribeira encontra-se seriamente alterado em mais de três atributos e o resto também se encontra degradado.	Necessidade de reabilitação e restauração para recuperar a funcionalidade hidrológica e ecológica das ribeiras.
39-10	Muito Pobre	O funcionamento da ribeira está muito degradado em mais de três atributos e o resto está também degradado.	Necessidade de reabilitação e restauração para reintroduzir a funcionalidade hidrológica e ecológica das ribeiras ou melhorar a sua situação actual respeitando o seu estado potencial máximo.

3.1.5 AGÊNCIA DE ÁGUA CATALÃ

Como descrito no subcapítulo 2.5.8, esta metodologia apoia-se essencialmente no estudo das pressões antropogénicas presentes na bacia do rio ou ribeira. Assim, para medir o potencial risco, analisam-se as pressões considerando a correspondente magnitude, a susceptibilidade do meio e ainda objectivos máximos (para cada pressão).

Os três tipos de pressões consideradas na análise de impactos hídricos (A, B e C) estão descritos na Tabela 3.1.

Tabela 3.10 Principais tipos e pressões consideradas na análise de impactos hídricos (ACA, 2007).

A	1.Alterações morfológicas: Represas e açudes Canalização do leito fluvial	A	Difusas: Descargas de resíduos sólidos urbanos Descargas de resíduos sólidos mistos (industriais e urbanos) Uso do solo para actividades agrícolas Uso do solo urbano Solos contaminados ou potencialmente contaminados Vias de comunicação Resíduos de lamas das estações de tratamento de águas residuais Zonas mineiras Escombros salinos Gado Excedentes de nitrogénio da agricultura e gado
	2.Alteração do regime de caudais: Captações de água Desvio para mini-centrais hidroeléctricas		
	3.Uso do solo nas margens: Invasão do leito de cheia para usos urbanos Invasão do leito de cheia para usos industriais Invasão do leito de cheia para exploração florestal de crescimento rápido		
	4.Fontes de poluição: <u>Pontuais:</u> Descargas biodegradáveis de sistemas de saneamento (ETAR) Descargas biodegradáveis industriais Descargas biodegradáveis sem tratamento Descargas de sistemas unitários Descargas industriais não biodegradáveis	B	Alteração sobre as pressões analisadas: Imprevistos temporais Secas Cheias Incêndios florestais
		C	Tendências Temporais: Alteração climática Usos do solo

No momento de definir um objectivo, considera-se a estabilidade do ecossistema fluvial em contraposição a cada tipo de pressão, assim como a capacidade de recuperação, ou resiliência do ecossistema (Conrad, 1979). Por fim, é calculado o risco global de incumprimento, a partir do máximo risco de incumprimento estabelecido para cada pressão considerada.

A metodologia define quatro categorias de risco de incumprimento a partir dessas pressões. Estas categorias são equivalentes às utilizadas na análise de impactos, permitindo chegar ao risco final de incumprimento, que advém da combinação entre a análise de pressões e a análise de impactos (Tabela 3.11).

Esta metodologia tem como objectivo principal avaliar o risco global de possível incumprimento da DQA.

Tabela 3.11 Classificação do risco de incumprimento que as pressões podem potencializar (ACA, 2007).

Amplitude numérica	Categoria do risco
< ou = 0,8	Nulo
0,8 - 1,2	Baixo
1,2 - 2	Médio
> ou = 2	Alto

As diferentes pressões são assim avaliadas quantitativamente, através do quociente entre o parâmetro em análise e o comprimento total do troço, a área da bacia ou o caudal em regime natural que circula pelo menos em 50% dos dias do ano.

Como exemplo da metodologia encontra-se aqui descrito o método de cálculo do risco de incumprimento por represas e açudes, pela canalização do leito fluvial e pela alteração do regime de caudais. Os restantes encontram-se apresentados no Anexo 7.0.

Represas e açudes

O objectivo é atingir um valor numérico de 0.5, que corresponde à existência de uma infra-estrutura por cada 2 km de curso fluvial.

Fórmula:

$$RI_{PRS} = \frac{1}{0,5} * \frac{n^{\circ} \text{ represas } \wedge \text{ eclusas}}{Comp_{troço}} \quad (1)$$

Parâmetros

RI_PRS = Risco de incumprimento por represas e açudes

Objectivo = 0.5

Canalização do leito fluvial

A canalização e o entubamento de um curso fluvial, são sistematicamente utilizados para proteger os interesses e propriedades ribeirinhas e possibilitar a modificação dos usos das zonas inundáveis. Estas estruturas modificam a geometria do curso e não representam a morfologia e a dinâmica fluviais próprias dos agentes geológicos e climáticos locais. Esta afectação é estimada pela proporção de curso fluvial canalizado por comprimento longitudinal total de massa de água. Neste cálculo é feita uma ponderação de acordo com a canalização que ocorrem em uma ou ambas as margens. Neste índice entra também um coeficiente que penaliza o índice de acordo com o tipo de material.

Fórmula:

$$RI_{END} = \frac{1}{0,2} * \frac{\sum (Comp_{canalizado} * Coeficiente) + (Comp_{urbano})}{Comp_{troço}} \quad (2)$$

Parâmetros

RI_END = Risco de incumprimento por troços canalizados

Objectivo = 0.2

3.1.6 INSTITUTO DA ÁGUA

A nível nacional a implementação da DQA obrigará a vários projectos de requalificação fluvial, que terão de cumprir os objectivos propostos para a obtenção de índices positivos do estado das águas superficiais.

Neste âmbito, foi elaborado um relatório de síntese pelo Instituto da Água (INAG). Neste relatório constam, entre outras referências, a metodologia de caracterização das condições de comparação dos diferentes tipos de águas e, também, uma análise do impacto das actividades humanas nas águas de superfície, através de parâmetros de qualidade físico-química (INAG, 2005).

O INAG aplica uma metodologia baseada no cumprimento das normas europeias, onde avalia o estado ecológico de um rio, segundo as pressões a que está sujeito. A avaliação das pressões é feita tendo em conta as pressões tóxicas ou difusas e as captações de água. Começa-se por separar os dados em dois grupos, um deles quando a carga poluente é estimada quantitativamente, o outro, quando a carga poluente não é quantificada. A partir daí, faz-se um estudo para as diferentes pressões, começando por se estimar a carga poluente, avaliando o seu impacto, identificando as pressões significativas e, por fim, identificando a distribuição das pressões.

Um aspecto essencial e condicionante em toda a metodologia é a identificação das massas de água em risco, onde o estado ecológico presente do rio ou ribeira é verdadeiramente avaliado, de acordo com os elementos biológicos, com as condições químicas e grau de incumprimento das directivas comunitárias (Tabela 3.12).

Tabela 3.12 Passos para a avaliação das condições de suporte dos elementos biológicos (INAG, 2005).

Condições de suporte dos elementos biológicos:
1 Elementos biológicos
1.1 Macroinvertebrados
1.2 Fitoplâncton
2 Elementos físico-químicos de suporte aos elementos biológicos
2.1 Elementos gerais considerados
2.2 Poluentes específicos não prioritários (identificados como sendo descarregados em quantidades significativas)
2.3 Informação pericial de existência de impacto
2.4 Zonas designadas como sensíveis e vulneráveis no âmbito das Directivas 91/271/CEE (alterada pela Directiva 98/15CE) e 91/676/CE
3 Condições hidromorfológicas
3.1 Classificação das massas de água relativamente às condições de suporte aos elementos biológicos
3.2 Condições químicas
3.3 Incumprimento de outras directivas

Os correspondentes procedimentos encontram-se referidos e será analisada no próximo capítulo, a avaliação dos dados físico-químicos, presentes na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 Classificação dos cursos de água superficiais de acordo com as suas características de qualidade para usos múltiplos (INAG, 2008)

PARÂMETRO:	UNIDADES:	MÉTODO DE CÁLCULO		A		B		C		D		E
				Excelente		Boa		Razoável		Má		Muito
		PERCENTIL	FREQUÊNCIA	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	-
Azoto amoniacal	mg/L NH ₄	85	8	-	0.5	-	1.5	-	2.5	-	4	>4
Azoto Kjeldahl	mg/L N	85	4	-	0.5	-	1	-	2	-	3	>3
Cádmio	mg/L Cd	85	3	-	0.001	-	0.005	-	0.005	-	>0.005	
Carência bioquímica de oxigénio (CBO5)	mg/L O ₂	85	8	-	3	-	5	-	8	-	20	>20
Carência química de oxigénio (CQO)	mg/L O ₂	85	8	-	10	-	20	-	40	-	80	>80
Coliformes fecais	/100 ml	85	8	-	20	-	2000	-	20000	-	>20000	
Coliformes totais	/100 ml	85	8	-	50	-	5000	-	50000	-	>50000	
Condutividade	µS/cm, 20°C	85	8	-	750	-	1000	-	1500	-	3000	>3000
Estreptococos fecais	/100 mL	85	4	-	20	-	2000	-	20000	-	>20000	
Ferro	mg/L Fe	85	3	-	0.5	-	1	-	1.5	-	2	>2
Fosfatos P ₂ O ₅	mg/L P ₂ O ₅	85	8	-	0.4	-	0.54	-	0.94	-	1	>1
Fósforo	mg/L P	85	8	-	0.2	-	0.25	-	0.4	-	0.5	>0.5
Manganês	mg/L Mn	85	3	-	0.1	-	0.25	-	0.5	-	1	>1
Nitratos	mg/L NO ₃	85	8	-	5	-	25	-	50	-	80	>80
Oxidabilidade	- -	85	8	-	3	-	5	-	10	-	25	>25
pH	Escala Sorensen	85	8	6.5	8.5	5.5	9	5	10	4.5	11	>11
Selénio	mg/L Se	85	3	-	0.01	-	-	-	0.05	-	0.05	>0.05
Sólidos suspensos totais	mg/L	75	8	-	25	-	30	-	40	-	80	>80
<p>- O pH, sendo um parâmetro muito dependente de características geomorfológicas, pode apresentar valores fora deste intervalo, sem contudo significar alterações de qualidade devidas à poluição.</p> <p>- Alteração de frequência ao Azoto Kjeldahl desde 2006.</p>												

Tabela 3.14 Classes de qualidade da água e seu significado com cores para utilizar em representações cartográficas (INAG, 2003).

CLASSE		NÍVEL DE QUALIDADE DA ÁGUA
A	Excelente	Águas com qualidade equivalente às condições naturais, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.
B	Boa	Águas com qualidade ligeiramente inferior à classe A , mas podendo também satisfazer todas as utilizações.
C	Razoável	Águas com qualidade "aceitável", suficiente para irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes), mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto directo.
D	Má	Águas com qualidade "mediocre". Apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória.
E	Muito Má	Águas extremamente poluídas e inadequadas para a maioria dos usos.

Tabela 3.15 Classificação de parâmetros físico-químicos de acordo com o DL 236/98 de 1 de Agosto.

PARÂMETROS	VMR*	VMA*	VMR**
Turvação	0.4	4	
Alcalinidade		30	
Cloretos			250
Ferro	50	200	
Sulfatos			250
* DL n.º 236/98 1 Agosto Anexo VI - Qualidade da água para consumo Humano			
** DL n.º 236/98 1 Agosto Anexo XXI - Objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais			

Tabela 3.16 Classificação segundo o INAG da qualidade da água (a qualidade é classificada de acordo com o parâmetro que apresentar valor mais baixo)

LEGENDA:	A	B	C	D	E
	Excelente	Boa	Razoável	Má	Muito Má

O índice da qualidade da água é obtido pelo parâmetro que adquirir menor classificação segundo a Tabela 3.16.

3.2 COMPARAÇÃO GERAL (ANÁLISE PRÉVIA)

Após a análise das metodologias estudadas e descritas com detalhe no capítulo anterior (capítulo 3) confrontaram-se alguns aspectos relevantes para o estudo do meio ribeirinho, onde se destacam os seguintes:

- tipos de parâmetros utilizados;
- facilidade de obtenção de dados e resultados;
- exequibilidade, em campo, das metodologias em tempo útil;
- avaliação expedita no âmbito de intervenções em processos de reabilitação de rios e ribeiras.

Entre as dificuldades de comparação e estudo das metodologias destacam-se:

- as metodologias estudadas utilizam diferentes suportes de recolha, ou seja “inputs”, que permitem avaliar e classificar uma ou várias características (biológicas, químicas ou físicas).
- as metodologias não são uniformes.
- a obtenção de dados nem sempre segue protocolos de recolha, rigor e fiabilidade nos resultados.
- ausência de calibração quer dos instrumentos de medição quer dos técnicos que realizam as monitorizações.
- a multiplicidade, a complexidade, a dinâmica e a relação de variáveis dependentes do sistema a caracterizar.

Face a este conjunto de dificuldades fez-se uma comparação prévia dos principais parâmetros de caracterização utilizados para cada metodologia.

De seguida, fez-se a selecção dos principais parâmetros escolhidos para a caracterização do sistema ribeirinho a efectuar. Como critérios de selecção teve-se em conta a exequibilidade em campo, a existência de dados bibliográficos e materiais que permitam concretizar uma adequada monitorização, a rapidez de obtenção de resultados e a existência de dados de referência.

Na Tabela 3.17 apresentam-se os principais parâmetros de comparação entre as diferentes metodologias estudadas. O rigor e o método de recolha de dados são duas das características que as difere. A RHS apresenta um elevado número de parâmetros de caracterização, contudo com uma elevada complexidade de recolha. O Projecto Rios apresenta o maior número de parâmetros de caracterização, no entanto o rigor e a calibração dos resultados dependem dos técnicos que a estão a executar. O Estudo da Fauna, o RQI, a ACA e o INAG apresentam um reduzido número e elevada especificidade de parâmetros de caracterização. Contudo, a ACA e o INAG são metodologias que se encontram em desenvolvimento com vista ao cumprimento da DQA. No caso específico da ACA, a elevada complexidade e ausência de dados de referência não permitiu a aplicação directa da metodologia de campo, no caso do estudo.

Tabela 3.17 Principais parâmetros de caracterização para a execução das diferentes metodologias

Parâmetros de caracterização	RHS	Projecto Rios	Fauna	RQI	ACA	INAG
Ficha de caracterização/monitorização	✓	✓	✓	✓		
Hidrológicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Usos do solo marginal	✓	✓	✓	✓	✓	
Escoamento	✓	✓	✓	✓	✓	
Tipo de abundância de matéria orgânica bentónica		✓				
Tipos de habitat	✓	✓	✓	✓		
Utiliza dados de Sistema de Informação Geográfica - SIG					✓	✓
Utiliza dados bibliográficos e de modelos					✓	✓
Análises ecológicas (macroinvertebrados, peixes, vegetação, aves, heptofauna,...)	✓	✓	✓	✓		
Tipo geomorfológico	✓	✓	✓			
Grau de Qualidade do Canal – GCQ	✓					
Qualidade do Bosque da Ribeira – QBR	✓					
ISQVR	✓	✓				
Análises físico-químicas	✓	✓			✓	✓
Análises bacteriológicas	✓	✓				✓
Inspeção de colectores		✓				
Parâmetros organolépticos da água		✓				
Vestígios patrimoniais e Património cultural		✓				

No subcapítulo 4.3 apresentam-se os resultados da aplicação na ribeira da Certagem das metodologias em estudo (RHS, Projecto Rios, Estudo da Fauna, RQI, INAG).

Os índices seleccionados reúnem as possíveis condições, necessárias para o acompanhamento de um processo de reabilitação de rios e ribeiras.

CASO DE ESTUDO

4.1 SELECCÃO DO LOCAL DE APLICAÇÃO

Para a aplicação das metodologias em estudo (ver capítulo 3), seleccionou-se uma ribeira na área metropolitana do Porto.

Para a sua escolha teve-se em consideração a heterogeneidade do uso das zonas marginais e a diversidade de zonas rurais, áreas urbanas e também de zonas industriais.

A ribeira da Certagem (Figura 4.1) está localizada no concelho de Matosinhos, na freguesia de Lavra. Integra o grupo das designadas “ribeiras costeiras”, do âmbito da jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Norte.

O comprimento total da ribeira é de 4,9 km e a área da sua bacia é de 5.3 km². A nascente situa-se à altitude 53,7 m e a sua altura média é de 28,1 m, tendo uma inclinação média do leito de 1%.

Trata-se de uma ribeira directamente ligada ao mar, permitindo a entrada de espécies anádromas (espécies que migram do mar para os rios para aí efectuarem a reprodução).

Ao longo da bacia, algumas zonas apresentam elevado interesse paisagístico e ecológico, com a presença de espécies autóctones e, pontualmente, uma galeria ripícola bem desenvolvida.

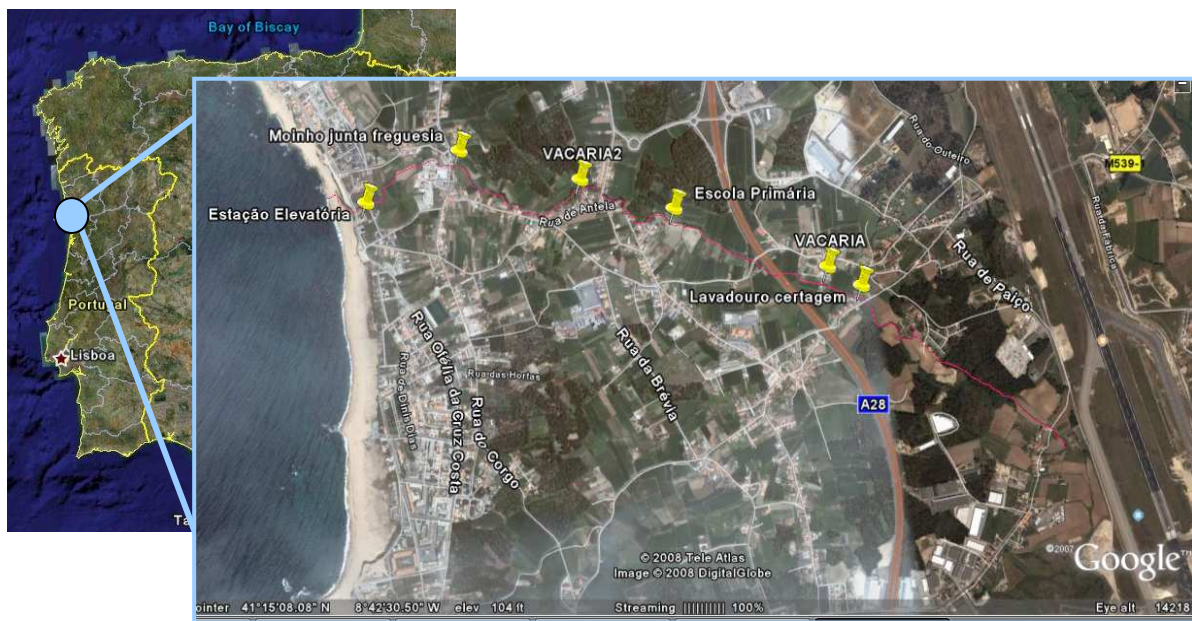


Figura 4.1 Localização da ribeira da Certagem (Google Earth, 2008)

Inserida numa região onde tradicionalmente existem grandes pressões nas linhas de água, pode constatar-se que a agricultura e as construções de edifícios ocupam frequentemente o espaço marginal do leito de cheia, e onde a ausência de espaços naturais, as descargas de efluentes domésticos e industriais, a inexistência de saneamento básico e a ausência de envolvimento da população são os principais problemas a destacar.

De realçar também os visíveis problemas de pressão imobiliária, presença de entulhos, presença de espécies exóticas e de poluição difusa e ocupação do leito de cheia.

Existem assim, muitos e variados problemas nomeadamente derivados dos processos de urbanização da bacia ao longo da ribeira da Certagem. Para a correcta monitorização dos mesmos foi necessário seleccionar pontos de estudo e realizar as caracterizações adequadas dos diferentes troços.

Procedeu-se então, à aplicação das metodologias de caracterização e avaliação do seu estado ambiental que foram apresentadas no Capítulo 3.

4.1.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS TROÇOS

Fez-se a divisão da ribeira em quatro troços (Figura 4.2; Figura 4.3; Figura 4.4; Figura 4.5), de modo a que estes fossem homogéneos, representativos da sua envolvente e que permitissem um bom acesso. Em cada troço foi seleccionado um local de caracterização pontual.

A monitorização iniciou-se da foz para a nascente. Evitou-se assim, que as perturbações e alterações que seriam observadas a montante influenciassem a avaliação das estações a jusante. Efectuaram-se várias saídas de campo a cada um dos locais seleccionados. Em cada um destes, durante cerca de 50 minutos, recolheu-se a informação prevista com o auxílio de material de apoio (Anexo 0).

Tabela 4.1 Comprimento dos troços de caracterização da ribeira de Certagem.

	Total	Troço A	Troço B	Troço C	Troço D
Comprimento (m)	4956.0	985.3	1321.7	1057.9	1591.1

De acordo com a Tabela 4.1, o troço A mede 985 metros, principia da foz até montante do centro urbano da vila de Lavra.

Quanto ao troço B, este mede 1321 metros, começa na extremidade montante do ponto A e estende-se até próximo da rua Gonçalves Crespo, que se situa a montante da rua da Cruz.

O troço C tem 1057 metros, inicia-se a montante da auto-estrada A41, e estende-se até ao lavadouro da Certagem na rua Dr. Domingues Santos.

Por fim, o ponto D estende-se por 1591 metros, inicia-se no lavadouro da Certagem e estende-se até á sua nascente, junto do aeroporto Francisco Sá Carneiro.

O troço que começa no ponto de amostragem A e termina no ponto de amostragem B toma o nome de troço A, pois é neste troço que se realizou a amostragem pontual (lógica mantida na designação dos restantes troços).

Troço A

O troço A (Figura 4.2) começa na foz, em pleno areal marítimo, uma zona balnear na qual existe forte presença de espécies exóticas e de entulhos. Prosseguindo para montante, passa por baixo da estrada da marginal a seguir à qual e na sua margem esquerda existe uma estação elevatória de águas residuais, que tem um *bypass* para a ribeira. Esta tem as suas margens entre campos agrícolas até ao centro urbano da vila de Lavra, onde se encontra totalmente entubada em 80 metros. Este troço termina nas ruínas do Moinho, contíguo à junta de freguesia.

Na foz este troço é caracterizado pelo seu vale suave e por apresentar fortes pressões urbanísticas, que levam ao total desrespeito do corredor fluvial, bem como da legislação nacional. Da mesma forma, a pressão dos campos agrícolas, a jusante do centro urbano, acaba por abafar todo o seu leito com ocupação até às suas margens. Existem descargas de efluentes residuais domésticos do aglomerado urbano directamente para a ribeira. Apesar de existirem “zonas verdes” (campos agrícolas) estes não terão qualquer capacidade de depuração, devido à ausência do corredor ribeirinho e de plantas aquáticas.

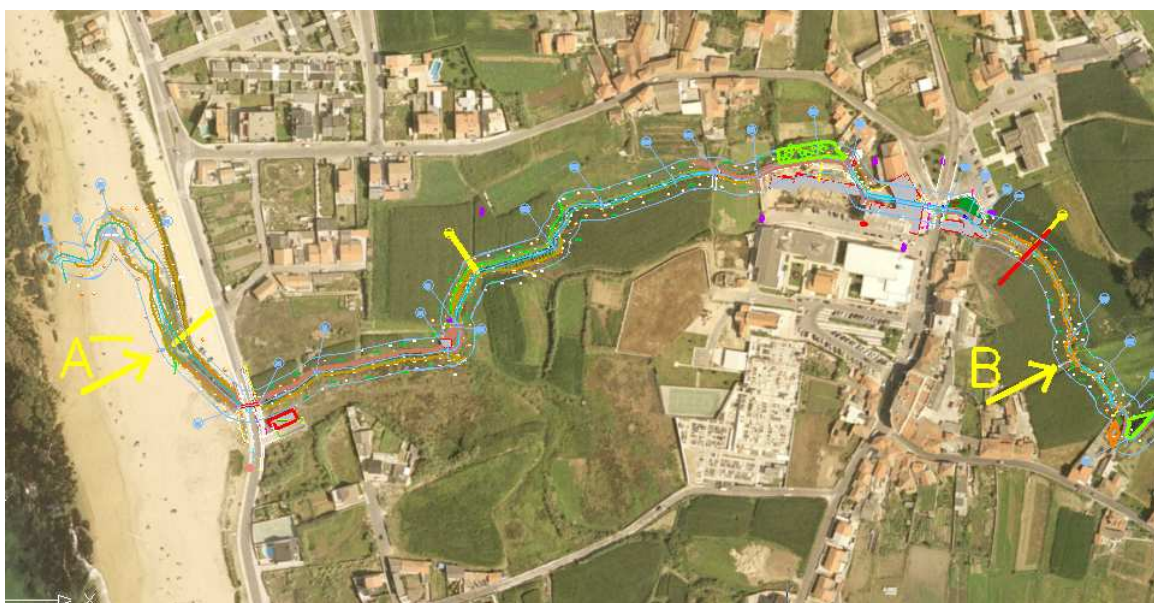


Figura 4.2 Localização do troço A da ribeira da Certagem no concelho de Matosinhos (Google Earth, 2008).

Troço B

O troço B (Figura 4.3) é um troço singular, longitudinalmente homogéneo, mas com heterogeneidade transversal, pois as duas margens têm utilizações diferentes.

O troço está fortemente urbanizado ao longo da sua margem esquerda e a sua margem direita está essencialmente sob ocupação agrícola, até ao limite das suas margens, que são constituídas por muros de alvenaria com algumas manchas de árvores.

Pode constatar-se a existência de inúmeros colectores de águas residuais a descarregar directamente, e aparentemente sem qualquer tratamento, para a ribeira. Outro problema importante prende-se com os vários arruamentos paralelos que a atravessam, o que poderá levar ao agravamento dos caudais pelo aumento de descargas de águas pluviais, bem como a deterioração da qualidade da água com metais pesados, óleos e gorduras.

Em suma, este troço caracteriza-se pela homogeneidade do uso de cada uma das suas margens. A pressão urbana da margem esquerda, concretiza-se com o aparecimento de colectores de águas residuais.

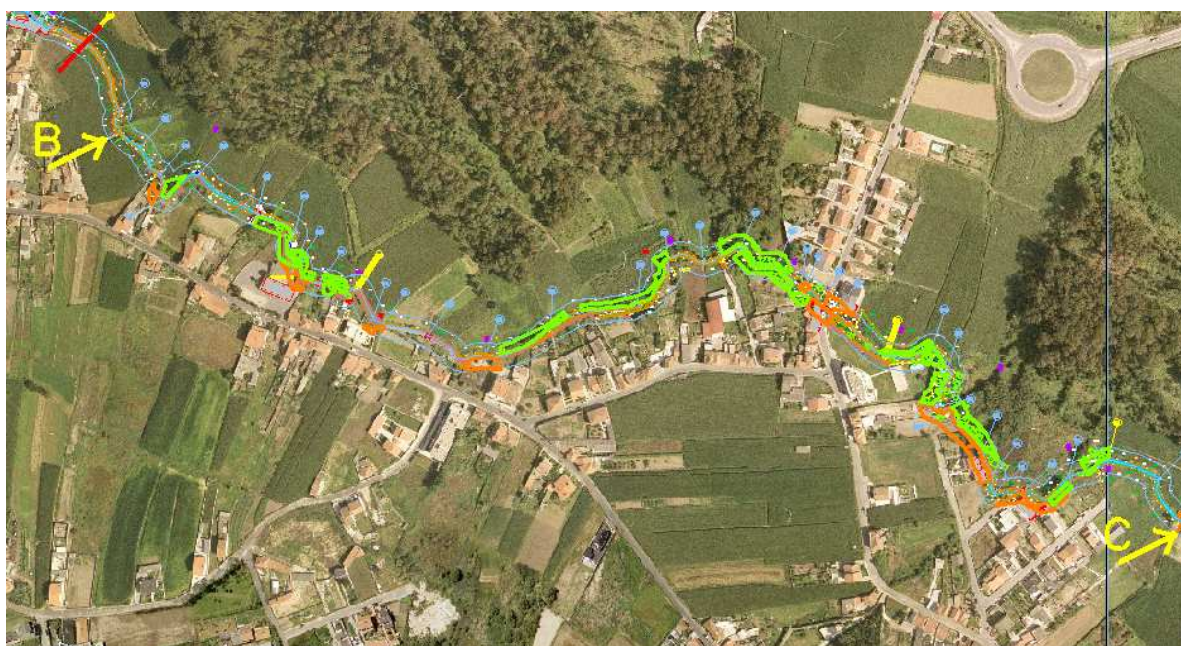


Figura 4.3 Localização do troço B da ribeira da Certagem no concelho de Matosinhos (Google Earth, 2008).

Troço C

O troço C (Figura 4.4) caracteriza-se pela existência de campos agrícolas em toda a sua extensão, é atravessado pela auto-estrada A41, e termina com indústrias de pecuária, junto ao lavadouro da Certagem.

Como possíveis fontes pontuais de poluição, encontramos: a auto-estrada A11, que tem descargas directas de águas pluviais sem tratamento; a indústria pecuária intensiva de bovinos, que execta descargas de dejectos (águas residuais) directamente na ribeira; os colectores presentes no leito da ribeira, que se supõe serem de águas residuais domésticas dos pequenos núcleos habitacionais, evidentes no local onde se procedeu à recolha dos parâmetros de caracterização e das amostragens (físico-químicas, bacteriológicas e macroinvertebrados). Neste ponto existe também um lavadouro que usa água da ribeira que, depois de utilizada, é novamente aí descarregada.

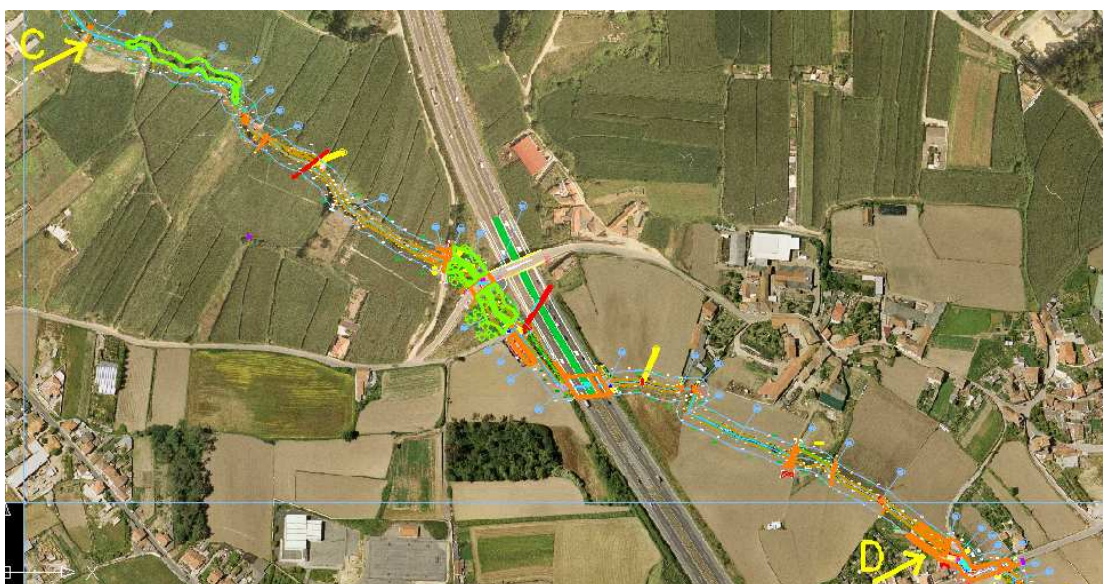


Figura 4.4 Localização do troço C da ribeira da Certagem no concelho de Matosinhos (Google Earth, 2008).

Troço D

O último (Figura 4.5) desenvolve-se entre a nascente e termina no ponto de amostragem D. Apesar de não ser uma zona urbana intensa, é o troço que aparentemente sofre menos pressões. Contudo, deparamo-nos com a existência de indústrias (gado e transformação) e da pista do aeroporto Francisco Sá Carneiro, pontos de potencial poluição. Outro aspecto alarmante é o facto de a ribeira estar encurralada/estrangulada por campos agrícolas que não respeitam o seu leito de cheia/corredor ribeirinho, muito menos as imposições legais. É de salientar que neste troço existem algumas zonas florestais bem desenvolvidas, mas onde também se detectam visivelmente árvores exóticas (acácias, canas-da-índia, erva-das-pampas).



Figura 4.5 Localização do troço D da ribeira da Certagem no concelho de Matosinhos (Google Earth, 2008).

A informação recolhida em cada troço ou ponto de amostragem permitiu a aplicação de cada uma das metodologias de caracterização, para posteriormente fazer-se a confrontação dos resultados e obter a percepção crítica das falhas, ou pontos fortes de cada metodologia.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO E LABORATÓRIO

Foram efectuadas saídas de campo para a obtenção de dados nos dias 17, 18 e 19 de Dezembro de 2007, em quatro pontos de amostragem diferentes, de modo a possibilitar a aplicação das diferentes metodologias de caracterização. As técnicas usadas foram as impostas por cada metodologia, sendo que a observação directa dos parâmetros foi a técnica mais utilizada. Efectuaram-se também medições, com o auxílio de fita métrica, para a caracterização de parâmetros hidrogeomorfológicas. Nessas campanhas, foram igualmente realizadas análises dos macroinvertebrados, através da recolha e examinação de amostras.

No dia 09-01-2008 foram recolhidas amostras de água para análises físico-químicas e bacteriológicas em laboratório. As caracterizações foram efectuadas no período mais desfavorável, com caudais mais reduzidos e portanto com toda a biologia condicionada, o que poderá levar à obtenção de parâmetros biológicos inferiores ao normal.

Os resultados das caracterizações de campo e laboratório foram compilados em folhas de cálculo preparadas de modo a obter os índices e resultados.

4.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Em cada um dos quatro locais de amostragem foi realizada a caracterização e levantamento dos dados, quer a nível local, através das fichas de caracterização de campo, quer a nível de recolha de dados de informação bibliográficos. Essa informação foi reunida e com ela foram desenvolvidas as metodologias em estudo.

Os diferentes resultados da aplicação destas metodologias serão seguidamente analisados, parâmetro a parâmetro, e calculados os seus índices, tendo como exemplo a ribeira da Certagem.

4.3.1 RIVER HABITAT SURVEY (RHS)

Na Tabela 4.2 resumem-se os resultados da caracterização de campo específica do RHS (ficha de campo e índices apresentados no Anexo A2). Verifica-se que ao longo da ribeira existe continuidade e homogeneidade nos resultados dos parâmetros: escoamento, uso do solo até 5 metros da margem, tipo de escoamento, as alterações de pormenor, a abundância de refúgios e o índice QBR e GQC. Os que apresentam alterações ao longo do percurso pela ribeira são a forma do vale, o uso do solo marginal e o índice que avalia o tipo geomorfológico.

De acordo com esta caracterização, existe escoamento em pelo menos 66% do rio, a forma do vale é em “terraço” no troço A e em “V suave” nos restantes. Este parâmetro é interpretado pelo facto desta ribeira ser costeira e encontrar-se numa zona de “terraço” com baixa declividade.













Os solos até 5 metros das margens são utilizados para fins agrícolas, urbanos e depósito de entulho em todo o seu comprimento. Portanto, salienta-se o desrespeito total pelo corredor ribeirinho, e o incumprimento legal. O uso do solo marginal, a mais de 5 metros das margens, é também agrícola e urbano, destacando-se a presença de zonas húmidas no troço C.

O tipo de escoamento é lótico em mais de 66% do troço, contudo, uma ribeira costeira com baixa declividade deveria ter um escoamento mais lento. Este facto explica-se porque o seu canal está completamente canalizado pelas fortes pressões agrícolas e urbanas, com margens verticais e escavadas a 90 graus e em muros de pedra, o que faz com que a abundância e o tipo de abrigos seja escasso, aparecendo assim um substrato grosseiro e artificial.

Da apreciação do índice QBR resulta uma degradação extrema do bosque ribeirinho em toda a ribeira. A avaliação deste índice é reforçada pelos parâmetros do uso da zona marginal da ribeira.

O grau de qualidade do canal apresenta ao longo de toda a ribeira “grandes alterações”.

Tabela 4.2 Resumo dos resultados de caracterização segundo a metodologia do RHS.

Resumo de resultados da caracterização do Projecto RHS				
Ponto de recolha/Troço →	A	B	C	D
Características gerais				
Local de amostragem	M. Esquerda	M. Direita	M. Esquerda	M. Esq/M. Dir
Escoamento	Presente	Presente	Presente	Presente
Forma do vale	Terraço	V suave	V suave	V suave
Uso do solo marginal até 5m	Agrícola (P); Z. Urbana (P); Entulho (E)	Agrícola (P); Z. Urbana (P); Entulho (E)	Agrícola (P); Z. Urbana (E); Entulho (E)	Agrícola (P); Z. Urbana (E); Entulho (E)
Usos do solo marginal no vale	Agrícola (P); Z. Urbana (P)	Agrícola (P); Z. Urbana (P)	Z. Húmidas (P); Agrícola (P); Z. Urbana (E)	Agrícola (P); Z. Urbana (E)
Tipo de escoamento	Lótico (P)	Lótico (P)	Lótico (P)	Lótico (P)
Alterações de pormenor nas margens				
M. Direita	Estruturas (P); Lixo (P); Regularização(P)	Estruturas (P); Lixo (P); Regularização(P)	Estruturas (P); Lixo (P); Regularização(P)	Estruturas (P); Lixo (P); Regularização(P)
M. Esquerda	Estruturas (P); Lixo (P); Regularização(P)	Estruturas (P); Lixo (P); Regularização(P)	Estruturas (P); Lixo (P); Regularização(P)	Estruturas (P); Lixo (P); Regularização(P)
Perfil das margens				
M. Direita	Suave	Vertical/Escavado	Vertical/Escavado	Vertical/Escavado
M. Esquerda	Suave	Vertical/Escavado	Vertical/Escavado	Vertical/Escavado
Abundância e tipo de abrigo	Substrato grosseiro	Substrato grosseiro	Substrato grosseiro	Substrato grosseiro
Índices				
QBR	 - V Degradação extrema, qualidade péssima	 - V Degradação extrema, qualidade péssima	 - V Degradação extrema, qualidade péssima	 - V Degradação extrema, qualidade péssima
Tipo geomorfológico	 - II Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona vegetada, sectores médios dos rios	 - III Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um extenso bosque de ribeira	 - III Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um extenso bosque de ribeira	 - III Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um extenso bosque de ribeira
GQC	 Grande alteração	 Grande alteração	 Grande alteração	 Grande alteração

Analisando os resultados do RHS observa-se que esta metodologia caracteriza os diferentes troços com dados comparativos, rigor e com representatividade da realidade observada.

Este método recorre a uma ficha de avaliação detalhada (Anexo A2), pelo que se obtêm resultados importantes para a concretização dos objectivos da reabilitação. Esta metodologia pode contribuir para a detecção de disfunções, monitorização e acompanhamento de processos de reabilitação fluvial. Detecta-se, no entanto, que nem todos os indicadores estão aglutinados em índices de classificação o que dificulta a interpretação e a análise global.

4.3.2 PROJECTO RIOS

Da apreciação e análise dos resultados do Projecto Rios (Tabela 4.3), observa-se que alguns parâmetros apresentam o resultado similar ao longo de todo o rio, nomeadamente: presença de escoamento; o nível da água ser considerado o habitual; a condição das margens do rio; o número de zonas de escoamento rápido; o número de zonas de escoamento lento; o tipo de resíduos encontrados; a largura do canal; a largura do corredor fluvial; a velocidade da água e a quantidade de nitratos e nitritos. Os parâmetros que alteram ao longo dos troços de caracterização são a cor da água; o cheiro; os vestígios presentes na água; o número de afluentes e explorações hidráulicas; os vestígios patrimoniais; o uso do solo nas margens; a profundidade; a temperatura; e, o pH.

Desta caracterização compreende-se que os resultados são homogéneos nos diferentes troços, realçando-se os parâmetros relativos à qualidade da água, presença de afluentes e instalações hidráulicas, que sofrem ligeiras alterações.

Assim, fica-se com uma ideia geral da ribeira, onde os dados recolhidos por troço são iguais. Por vezes o nível de detalhe não permite distinguir e diferenciar as pressões.

Segundo indicações locais, verifica-se que a ribeira tem água corrente durante todo o ano, pelo que estamos assim perante uma ribeira de escoamento perene, segundo indicações locais.

Nos troços C e D a água tem cheiro a esgoto, indicando a presença de água de má qualidade. Observaram-se também neste troços a presença de espumas e óleos. Este factor deve-se essencialmente às indústrias de pecuária que descarregam directamente e/ou indirectamente para a ribeira todos os dejectos. Observaram-se igualmente vários colectores de águas residuais a descarregar directamente na ribeira.

As margens encontram-se com vegetação, prados, terrenos remexidos e entulhos, o que fará com que exista pouco habitat e pouca conectividade entre o rio e os ecossistemas marginais. Este factor comprova-se de forma mais fácil e eficaz através do índice ISQVR, que apresenta um valor de 0 a 4, o que indica uma dificuldade na recuperação da vegetação das margens. A qualidade da água e a forte pressão das estruturas está igualmente a condicionar o habitat ribeirinho e a sua capacidade de recuperação.

Outro parâmetro que se altera ao longo do rio é o uso dos solos marginais, onde se evidencia, para além de uma forte pressão, a existência de pecuária nos troços C e D.

Tabela 4.3 Resumo dos resultados de caracterização e avaliação segundo a metodologia do Projecto Rios

Resumo de resultados da caracterização do Projecto Rios				
Local	A	B	C	D
A. A água do rio corre?	Sim	Sim	Sim	Sim
B. Segundo a vossa opinião, o nível da água é habitual para a época do ano?	Sim	Sim	Sim	Sim
C. De que cor é a água?	Transparente	Transparente	Turva	Cinzenta
D. Que cheiro tem a água?	Não tem odor	Não tem odor	Esgoto	Esgoto
E. Há vestígios de:			Espumas	Espumas, Óleos
F. Em que condições se encontram as margens do troço do rio?	Erodidas	Erodidas	Erodidas	Erodidas
	C/ vegetação	C/ vegetação	C/ vegetação	C/ vegetação
	C/ prados/ervas	C/ prados/ervas	C/ prados/ervas	C/ prados/ervas
	C/ praias			
	C/ presença de entulhos	C/ presença de entulhos	C/ presença de entulhos	C/ presença de entulhos
	C/ terreno remexido	C/ terreno remexido	C/ terreno remexido	C/ terreno remexido
	Canalizadas	Canalizadas	Canalizadas	Canalizadas
G. Determinar o número de:		Urbanizadas	Urbanizadas	Urbanizadas
Zonas de escoamento rápido	1	1	1	1
Zonas de escoamento lento	2	2	2	2
Afluentes	3	2	2	3
Explorações hidráulicas	0	1	0	0
H. Indica a presença de vestígios patrimoniais	Pontes e pontões	Pontes e pontões; Moinhos; Vestígios arqueológicos	Pontes e pontões	Pontes e pontões
I. Indica quais são os usos do solo nas margens do rio (1-presente; 0-ausente)				
1. Industrial	1	1	1	1
2. Residencial	1	1	1	1
9. Depósito de entulho	0	0	0	1
10. Efluentes legais	1	1	1	1
11. Efluentes ilegais	1	1	1	1
13. Pecuária	0	0	1	1
14. Agricultura	1	1	1	1
15. Estradas	1	1	1	1
17. ETAR	1	0	0	0
J. Se há resíduos de que tipo são?				
2. Plásticos	1	1	1	1
3. Madeiras	1	1	1	1
4. Latas	1	1	1	1
5. Vidro	1	1	1	1
6. Roupa	0	0	0	1
8. Materiais ferrosos	1	1	0	1
10. Restos orgânicos	1	1	1	1

Resumo de resultados da caracterização do Projecto Rios				
Local	A	B	C	D
12. Entulhos	1	1	0	1
Estudo do ecossistema aquático				
Descrição do local de amostragem				
A. Largura média do canal (m)	1-2	1-2	1-2	1-2
B. Largura média do corredor fluvial				
Margem Direita (m)	2	2	2	2
Margem Esquerda (m)	2	2	2	2
C. Profundidade média do canal (cm)	<20	20-50	20-50	20-50
D. Velocidade da água (m/s)	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1
E. Caudal da água (m ³ /s)	0,22	0,33	0,33	0,33
F. Sombra sobre o rio (%)	0	0	0	0
Características físico-químicas da água				
A. Temperatura (°C)	10	10	12	12
B. pH	7	7	6	6
C.1 Nitratos (mg/L)	10-50	10-50	10-50	0-10
C.2 Nitritos (mg/L)	0	0	0	0
D. Transparência	1	1	3	3
ISQVR	0 a 4	0 a 4	0 a 4	0 a 4

Este método baseia-se numa análise directa dos dados recolhidos em campo. A ficha correspondente permite uma abordagem simples e detecta, de uma forma expedita, aos principais problemas ribeirinhos. O seu sistema de classificação é directo e é baseado em respostas lógicas do tipo “sim/não”, e em parâmetros qualitativos do tipo “muito/pouco”. Eficaz no objectivo a que se propõe, ou seja, incrementar o conhecimento geral e permitir à sociedade perceber como intervir no meio hídrico.

Esta metodologia é insuficiente, por si só, para detectar todas as disfunções de detalhe do sistema ribeirinho em estratégias integradas de reabilitação. Não integra a vasta gama de índices de avaliação científica do sistema hídrico.

No entanto, esta metodologia mostra as principais disfunções de poluição resultante de resíduos domésticos e orgânicos, de águas residuais, ocupação das margens por agricultura e edificação urbana, degradação do ecossistema aquático e ripícola.

4.3.3 ESTUDO DA FAUNA

Da análise dos resultados da Tabela 4.4 conclui-se que todos os parâmetros são iguais ao longo da ribeira, excepto a vegetação que apresenta resultados de maior degradação nos troços A e B.

Pode constatar-se que o perfil de escoamento apresenta largura idêntica (2 metros) ao longo de todo o desenvolvimento; apresentando duas zonas onde a profundidade constante (100% a 0.5 metros nos troços A e B; 0.5 a 1 metros nos troços C e D). O perfil das margens é vertical com o fundo horizontal em muitos locais. Esta característica é muito importante em termos de disponibilidade de habitat, pois neste tipo de perfil em “U” o espaço físico e os factores abióticos que condicionam um ecossistema são reduzidos.

O ensombramento sobre o leito ocupa 10% nos troços A e B, sendo superior nos troços C e D (20%). Este parâmetro contribui para conhecer a estrutura ripícola e a qualidade do bosque ribeirinho, que a ribeira em estudo é reduzida.

A ficha identifica também a existência de pedras emersas e plantas emergentes, parâmetros intimamente ligados com a qualidade do habitat. Quanto maior a percentagem de pedras emersas e plantas emergentes melhor estará o local em termos de habitat para as espécies-alvo (lontra e toupeira-de-água). Uma vez mais, nota-se nestes parâmetros um valor muito reduzido, apesar dos troços C e D apresentarem valores ligeiramente superiores (10-25%). Este facto deve-se à existência de menor pressão urbanística nestes troços e à existência de vegetação ripícola.

É de notar que a cobertura vegetal é reduzida, nomeadamente devido aos materiais rochosos que preenchem os muros verticais das margens e à ausência de espaço para processos de sedimentação e erosão do leito e das margens. Este tipo de paisagem reduz o habitat necessário para as espécies-alvo.

Dos principais resultados conclui-se que a ribeira da Certagem não apresenta espaços com as características necessárias para o habitat da lontra e da toupeira-de-água. Durante todas as visitas não foi detectado qualquer vestígio da sua presença.

A forma de gerir o espaço e os comportamentos terão de ser alterados com vista à recuperação destas espécies.

Tabela 4.4 Resumo dos resultados de caracterização segundo a metodologia do Estudo da Fauna

Resumo de resultados da caracterização da Fauna				
Local	A	B	C	D
Chuva	Não	Não	Não	Não
Largura (%)	2m – 100%	2m – 100%	2m – 100%	2m – 100%
Profundidade (%)	p<0,5m – 100%	p<0,5m – 100%	0,5<p<1m – 100%	0,5<p<1m – 100%
Ensombreamento (%)	1 a 10m – 10%	1 a 10m – 10%	1 a 10 – 20%	1 a 10m – 20%
Pedras emersas	1 a 10%	1 a 10%	10 a 25%	10 a 25%
Plantas emergentes	1 a 10%	1 a 10%	10 a 25%	10 a 25%
Cobertura	Mat. rochoso; Areia/sedimento	Mat. rochoso; Areia/sedimento	Mat. rochoso; Areia/sedimento	Mat. rochoso; Areia/sedimento
Caracterização de abrigos (%)	0	0	0	0
Disponibilidade de presas (alimento)	0	0	0	0
Caracterização das margens				
Vegetação (%)	5	5	10	10
Afloram. rochoso	10	10	10	10
Banco de calhaus	5	5	5	5
Solo/terra	0	0	0	0
Muros de pedra	40	40	40	40




A metodologia de caracterização em campo é relativamente simples e rápida. Mas a análise e avaliação dos resultados é complexa. Esta é somente conseguida por técnicos com experiência em hidrologia, análises bióticas e ecossistemas. A não existência de índices classificáveis torna esta avaliação susceptível de erros de interpretação, não sendo tão simples a sua leitura e comparação com outros locais.

4.3.4 RIPARIAN QUALITY INDEX (RQI)

A ficha de caracterização, para executar a metodologia encontra-se no Anexo A5.

Da análise da Tabela 4.5 observa-se que os diferentes parâmetros apresentam resultados que exprimem uma baixa qualidade das zonas ribeirinhas. A explicação para estes valores é essencialmente dada pela pressão urbanística e agrícola e pelo desrespeito pelo corredor ribeirinho. O corredor das margens é utilizado para edificações e agricultura, não permitindo, desta forma, a existência de bosque ribeirinho. Os resultados obtidos nos locais de análise C e D, apresentam igualmente necessidades de intervenção ao nível da requalificação, correspondem a uma pontuação ligeiramente mais elevada. Este facto deve-se à presença em ambos os casos, de algumas árvores autóctones ao longo do corredor ribeirinho (aproximadamente 2 m), num curto troço.

Tabela 4.5 Resumo dos resultados de caracterização segundo a metodologia do RQI

Resumo de resultados da caracterização do Projecto RQI				
Locais de análise	A	B	C	D
1 Continuidade longitudinal da vegetação ripária natural (estrato arbóreo e arbustivo)	Mau (1)	Mau (2)	Regular(4)	Mau (2)
2 Dimensões da largura do espaço ripário com vegetação natural associada ao rio (vegetação lenhosa e helófitos)	Mau (1)	Mau (1)	Mau (2)	Mau (2)
3 Composição e estrutura da vegetação ripária	Mau (1)	Mau (1)	Mau (2)	Mau (3)
4 Regeneração natural da vegetação ripária (estrato arbóreo e arbustivo)	Mau (1)	Mau (1)	Mau (2)	Mau (2)
5 Conectividade das margens	Mau (2)	Mau (2)	Regular(4)	Mau (2)
6 Conectividade lateral da ribeira com o leito	Mau (1)	Mau (1)	Mau (3)	Mau (1)
7 Permeabilidade e grau de alteração do relevo e solo ripário	Mau (1)	Mau (1)	Regular(4)	Mau (1)
RESULTADO do RQI	 Muito Pobre	 Muito Pobre	 Muito Pobre	 Muito Pobre

Analisando a ficha avaliativa utilizada, proposta por Marta del Tanago (2006), rapidamente se denota a transparência e adequação dos diferentes parâmetros apresentados. Neste método de caracterização, os conteúdos encontram-se minuciosamente descritos e são acompanhados por inúmeras imagens de auxílio. Nesta metodologia todos os dados levantados/identificados permitem a obtenção de uma avaliação, através de um índice qualitativo único, o RQI. Este facto vai facilitar a análise e comparação dos diferentes resultados, para técnicos e intervenientes de reabilitação.

4.3.5 INSTITUTO NACIONAL DA ÁGUA

Da análise dos resultados (Os parâmetros da qualidade da água indicam o tipo de contaminação e potenciais origens (Tabela 4.8).

Tabela 4.6) observa-se que a qualidade da água, em todos os locais da amostragem, é “Muito Má” em todos os troços, sendo a classificação global de cada troço obtida através do parâmetro a que, em cada troço, corresponde uma classificação menor (Tabela 4.7).

Os parâmetros da qualidade da água indicam o tipo de contaminação e potenciais origens (Tabela 4.8).

Tabela 4.6 Resumo dos resultados de caracterização segundo a metodologia do INAG

Data amostragem:		Amostra			
1/9/2008					
Parâmetro	Unidades	A	B	C	D
pH	Escala Sorensen	6.5	6.4	6.2	6.7
Condutividade	µS/cm	475	454	433	802
Limite INAG "Muito Má" (Turvação)		4	4	4	4
Turvação	NTU	5.1	9	7.4	101.5
Limite INAG "Muito Má" (Alcalinidade)		30	30	30	30
Alcalinidade	mgHCO ₃ /L	21	18	12	55
Limite INAG (SST)		80	80	80	80
SST	mg/L	9	11	6	169
Limite INAG (CBO ₅)		20	20	20	20
CBO ₅	mgO ₂ /L	6	10	6	88
Limite INAG (CQO)		80	80	80	80
CQO	mgO ₂ /L	23.9	34.7	32.9	291.7
Limite INAG "Má" (Oxibilidade)		10	10	10	10
Oxidabilidade	mgO ₂ /L	10.1	11.2	12	*
Limite INAG (Azoto amoniacal)		4	4	4	4
Azoto amoniacal	mgNH ₄ ⁺ /L	5.2	7.6	5.4	34.1
Limite INAG (Azoto total Kjeldhal)		3	3	3	3
Azoto total Kjeldhal	mgN/L	5.6	7.1	6.2	47.6
Nitratos	mgNO ₃ /L	30	33	53	94
Fosfatos	mgP ₂ O ₅ /L	2.8	3.5	3.4	14.1
Fósforo total	mgP/L	0.72	0.97	0.95	4.91
Limite INAG (Coli totais)		50000	50000	50000	50000
Coliformes totais	nº./100 mL	120667	316333	32500	12300000
Limite INAG (Coli fecais e Est fecais)		20000	20000	20000	20000
Coliformes fecais	nº./100 mL	20500	137500	1500	4140000
Estreptococos fecais	nº./100 mL	14500	73500	900	435000
Ferro	mgFe/L	0.36	0.49	0.62	0.61
Manganês	mgMn/L	0.22	0.3	0.29	**
Sulfatos	mgSO ₄ /L	24	99	80	119
Cloretos	mgCl/L	73	70	63	99
Classificação global		Muito Má	Muito Má	Muito Má	Muito Má

* devido à quantidade elevada de matéria orgânica na amostra, a determinação da oxidabilidade não é credível.

** não foi possível a determinação do manganês devido a interferências.

Tabela 4.7 Classes de qualidade da água e seu significado com cores para utilizar em representações cartográficas (INAG, 2008).

CLASSE		NÍVEL DE QUALIDADE DA ÁGUA
A	Excelente	Águas com qualidade equivalente às condições naturais, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.
B	Boa	Águas com qualidade ligeiramente inferior à classe A , mas podendo também satisfazer todas as utilizações.
C	Razoável	Águas com qualidade "aceitável", suficiente para irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes), mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto directo.
D	Má	Águas com qualidade "mediocre". Apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória.
E	Muito Má	Águas extremamente poluídas e inadequadas para a maioria dos usos.

Tabela 4.8 Importância dos parâmetros físico-químicos (Lazorchak et al., 1998;RHP, 2003;Barbour et al., 1999;Raven et al., 1998;Waal et al., 1998;Metcalf & Eddy, 1991;EPA, 1997 in Teiga, 2003)

Parâmetros Físico-químicos e Bacteriológicos	
Temperatura	<p>A temperatura da água é influenciada por factores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade.</p> <p>A temperatura desempenha um papel fulcral, no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto que a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam a solubilidade com a elevação da temperatura.</p> <p>O aumento anormal da temperatura da água é geralmente provocado por efluentes industriais e ou domésticos e pela remoção da vegetação ripícola.</p>
pH	<p>Este parâmetro define o carácter ácido, básico ou neutro de uma solução. Influência os organismos aquáticos, que estão geralmente adaptados às condições de neutralidade pelo que, alterações bruscas do pH de uma água pode acarretar o desaparecimento dos seres nela presentes.</p> <p>Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e dificultar a descontaminação das águas.</p> <p>Tem a escala 1-14 (ácido < 7, neutro = 7, alcalino > 7)</p>
Turvação	<p>O aspecto nublado da água, é causado pela presença de materiais em suspensão tais como a argila, areia, partículas coloidais, plâncton e microrganismos xenobióticos, de alguns sedimentos suspensos, sólidos dissolvidos, substâncias químicas naturais ou artificiais e algas.</p> <p>Alta turvação reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. A turvação pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afecta negativamente os usos domésticos, industrial e lazer de uma água.</p> <p>Tem grande importância sanitária visto que reflecte a composição em materiais coloidais, minerais ou orgânicos que podem ser indicativos de contaminação. Além disso protege os microrganismos dos efeitos da desinfecção, facilita o crescimento de bactérias.</p>
Oxidabilidade	<p>Mede fundamentalmente a matéria orgânica oxidável pelo permanganato em meio ácido.</p>

Alcalinidade	É a medida dos iões negativos disponíveis para reagir e neutralizar iões de hidrogénio. Alguns dos mais comuns são o hidróxido (OH^-), sulfato (SO_4^{2-}), fosfato (PO_4^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-) e carbonato (CO_3^{2-}).
Condutividade	É a magnitude inversa da resistência eléctrica. Esta expressão numérica traduz a capacidade da água conduzir a corrente eléctrica. Indica, de uma forma global, o conteúdo iónico da água. À medida que mais sólidos são dissolvidos e iões são adicionados, a condutividade específica da água aumenta. Está relacionada directamente com a temperatura.
Cloretos	Um aumento no teor de cloretos na água é indicador de uma possível poluição por esgotos ou por despejos industriais e acelera os processos de corrosão em tubagem de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água. Poderá indicar intrusões de águas marinhas.
Fosfatos	Altas concentrações de fosfatos na água estão associadas com a eutrofização da mesma, provocando o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas desagradáveis em reservatórios ou águas paradas. São dos mais importantes factores limitantes à vida dos organismos aquáticos. Normalmente a presença de valores elevados está associada a contaminação agrícola ou uma actividade com o uso de detergentes.
Nitratos	O teor de nitratos não deve ser superior a 50 mg/L (VMA) A poluição pelos nitratos é muito frequente, devido aos adubos agrícolas. Em concentrações elevadas é muito tóxico relacionado com perturbações da oxigenação dos organismos.
Azoto Amoniacal	É um indicador químico indirecto de contaminação fecal recente, mesmo que os nitritos e nitratos não o indiquem. O Azoto Kjeldahl é a soma dos azotos orgânico e amoniacal com a exclusão dos nitratos e nitritos. Ambas as formas estão presentes em detritos de nitrogénio orgânico oriundos de actividades biológicas naturais. O Azoto Kjeldahl total pode contribuir para a completa abundância de nutrientes na água e sua eutrofização. A concentração de Azoto Kjeldahl Total em rios, que não são influenciados pelo excesso de consumos orgânicos, variam de 1 a 0,5 mg/hl.
Ferro	O ferro, em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico da água, podendo, em grandes quantidades, torna-se nocivo, dando dureza à água, sabor e cor desagradáveis, tornando-a inadequada ao uso doméstico e industrial. O ferro aparece, normalmente, associado com manganês. Quando em grande quantidade pode indicar uma disfunção, nomeadamente a nível de metais pesados.
Sulfatos	Presença de SO_4^{2-} . A sua presença com valores elevados poderá estar associado a contaminação agrícola.
Coliformes Totais	As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogénicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera.
Coliformes Fecais	A existência da bactéria coliforme fecal indica poluição sanitária. É mais específica que o índice da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.
Estreptococos fecais	Têm um tempo de vida semelhante aos coliformes, quando aparecem em maior quantidade indicam que a contaminação é principalmente de origem animal (estábulos, pocilgas...).

Parâmetros físico-químicos

Quando se realizou a caracterização da qualidade da água da ribeira da Certagem a nível físico-químico observou-se que de uma forma geral era muito degradada, destacando-se alguns dos parâmetros mais elevados (com classificação “Muito Má”) para os locais A, B e C: turvação; azoto amoniacal; azoto de Kjeldhal; fosfatos e fósforo total. Para o local D os parâmetros mais elevados a salientar são: turvação; alcalinidade; SST; CBO; CQO; azoto amoniacal; azoto de kjdal; nitratos; fosfatos e fósforo total.

Relativamente aos parâmetros ferro, manganês, sulfatos e cloretos, as amostras efectuadas apresentaram valores razoáveis (Os parâmetros da qualidade da água indicam o tipo de contaminação e potenciais origens (Tabela 4.8).

Tabela 4.6).

Nos três primeiros troços (A, B e C) mediu-se um indicador químico indirecto (azoto amoniacal e de Kjeldhal) de contaminação fecal recente, cujo resultado foi positivo, devido às inúmeras descargas de efluentes domésticos não tratados. Analisaram-se igualmente indicadores associados à eutrofização e desenvolvimento de algas, que limitam a vida dos organismos e que são normalmente associados à contaminação agrícola (fosfatos e fósforo total). A alta turvação, presente também nos três troços, reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas, e deve-se essencialmente à presença de materiais em suspensão tais como a argila, areia, partículas coloidais, plâncton e microrganismos xenobióticos, de alguns sedimentos suspensos, sólidos dissolvidos, substâncias químicas naturais ou artificiais e algas. Tem grande importância sanitária visto que reflecte a composição em materiais coloidais, minerais ou orgânicos que podem ser indicativos de contaminação. Valores elevados da turvação estão, portanto, ligados à contaminação da água da ribeira por águas residuais e pela indústria da pecuária.

O troço D, para além de apresentar resultados de “Muito Má” qualidade nos mesmos parâmetros que os troços A, B e C, apresenta valores anómalos de alcalinidade, SST, CBO e CQO, uma vez que existe neste local uma descarga directa de efluentes domésticos provenientes de habitações e de um lavadouro (Figura 4.6).

Parâmetros bacteriológicos

Analizados os parâmetros bacteriológicos, concluiu-se que, também nesta área restrita à ribeira em estudo é de “Muito Má” qualidade. O parâmetro mais elevado nos locais A e B é o referente aos coliformes totais. O local C apresenta tanto para os coliformes fecais como para os estreptococos fecais uma “Boa” classificação. Contudo, no local D os mesmos parâmetros apresentam valores muito superiores aos mínimos, estando a qualidade classificada como “Muito Má”, devido a novas descargas de efluentes.

Nos locais A, B e D os parâmetros bacteriológicos, que significam contaminação fecal, apresentam-se elevados devido a descargas de efluentes domésticos e da indústria pecuária, ao longo dos troços indicados. Pelo contrário, o local C apresenta uma “Boa” classificação de qualidade, pois nesse local existe um corredor ripícola curvilíneo, a montante existe também uma pequena lagoa de estabilização, com a presença de plantas aquáticas que aumentam a tratabilidade destes poluentes.

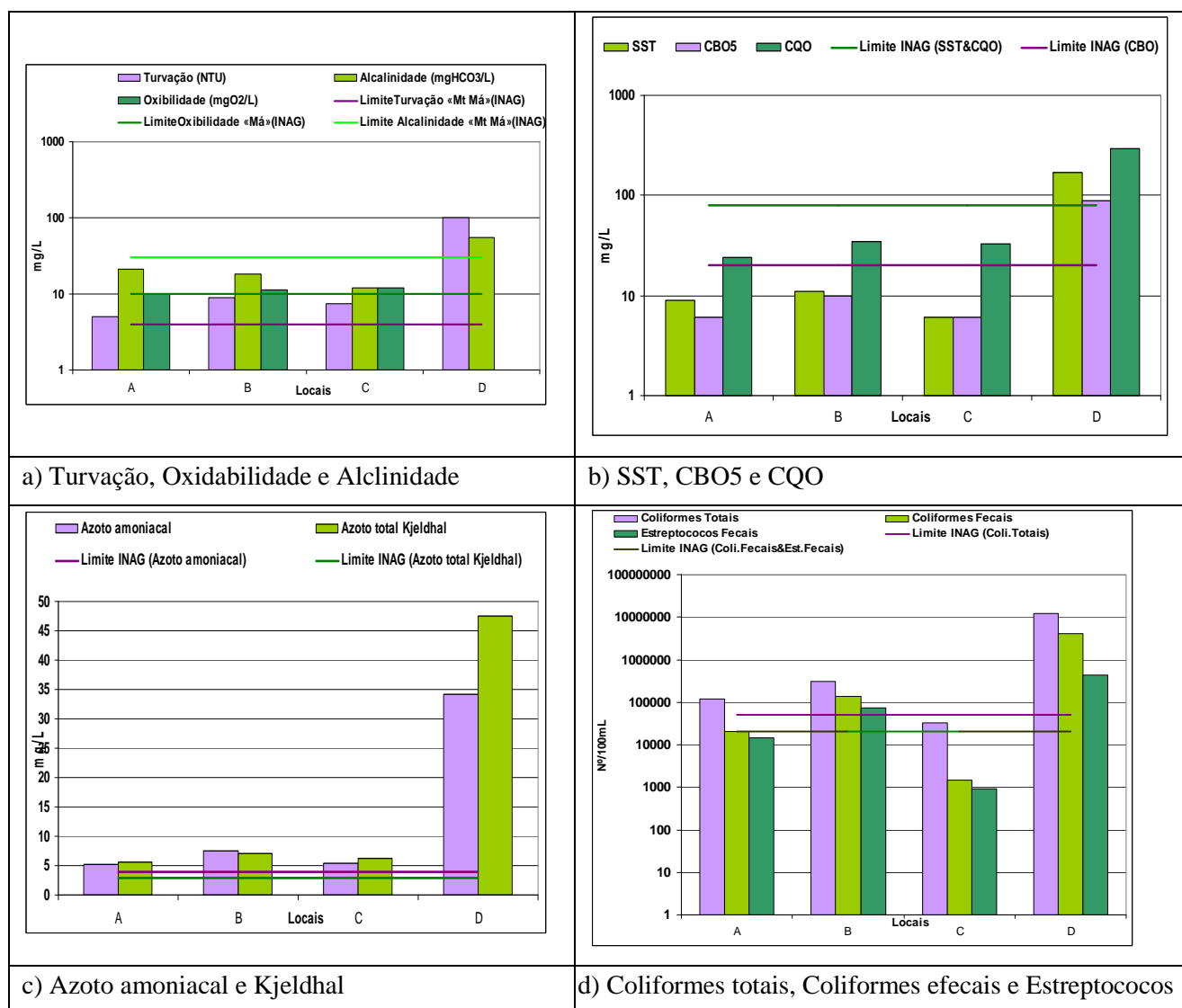


Figura 4.6 Gráficos com os principais parâmetros e seus limites.

Verifica-se que o estudo dos parâmetros físico-químicos permite por si só obter um índice da qualidade da água, no entanto, é fundamental a análise de outros parâmetros (bacteriológicos) para avaliar os efeitos das fontes potenciais de poluição e ou contaminação.

4.3.6 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados da aplicação das metodologias em estudo verifica-se, com a execução dos diferentes métodos, que a obtenção de dados é mais expedita e fácil através de reconhecimento visual, com base numa ficha de caracterização rigorosa e cuidada, que seja coerente com as diferentes ordens de grandeza e que permita a articulação com a etapa seguinte de verificação e análise do estado do rio ou ribeira. Verifica-se igualmente que essa articulação pode ser de tal modo conseguida que permita a obtenção “na hora” de um índice. Por outro lado, temos as metodologias nas quais os dados se obtêm por pesquisa bibliográfica ou através de um bom sistema de informação geográfico, que permita a obtenção de dados relativos a determinados locais, ou seja, pressupõe que exista uma base de dados rigorosa e precisa.

Portanto aquelas metodologias que permitem a obtenção de dados mais rapidamente são aquelas que são executadas no local. Por outro lado, quanto mais qualitativo é o índice maior é a facilidade de recolha e tratamento de dados, mas como é lógico maior poderá ser a margem de erro. Por isso é de salientar a metodologia do RQI, que permite a avaliação qualitativa e por avaliação visual do local, mas que é de tal maneira minuciosa e descritiva que diminui o erro da recolha dos dados. Os dados das análises físico-químicas, análise de temperatura, análise de macroinvertebrados, entre outros, apesar de serem quantitativos e de não serem tão expeditos são de elevada importância para a avaliação rigorosa do estado do meio ribeirinho.

Existem, entretanto, dados singulares que por si só permitem a caracterização, ou dados multi-parâmetros, que são obtidos através de várias características do meio. Destaca-se o uso destes pois eles próprios são já o resultado de uma avaliação de riscos, não só por constituírem índices comparáveis mas essencialmente porque estão incorporados numa escala avaliativa.

As metodologias estudadas apresentam vários aspectos positivos e negativos que são apresentadas em resumo na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 Aspectos positivos e negativos de cada metodologia.

Metodologia	Aspectos positivos	Aspectos negativos
RHS	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de caracterização bem estruturada, abrangente, com elevado pormenor. Permite utilizar vários índices de classificação (QBR, tipo geomorfológico, GQC) Formação de uma base de dados 	<ul style="list-style-type: none"> Necessidade de calibração de metodologias Necessidade de formação específica dos técnicos de caracterização. Execução da ficha de caracterização de 50 em 50 metros torna-a exaustiva
Projecto Rios	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de caracterização expedita. Com vasto número de parâmetros e de diferentes áreas, Não necessita de formação específica para ser implementada 	<ul style="list-style-type: none"> Pouco pormenor, pouco rigorosa e com muitas variáveis qualitativas
Estudo da Fauna	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de caracterização adequada para o objectivo pois é de fácil execução, com elevado conteúdo técnico e permite obtenção de dados fidedignos 	<ul style="list-style-type: none"> Trata-se de uma metodologia específica Incompleta nas restantes áreas Só especialistas na área conseguem interpretar os resultados

Metodologia	Aspectos positivos	Aspectos negativos
RQI	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento visual • Boa pormenorização para o reconhecimento visual • Expedito e obtenção de resultados • Boa fiabilidade de resultados 	<ul style="list-style-type: none"> • Trata-se de uma metodologia específica • Incompleta nas restantes áreas • Necessidade de formação técnica
INAG	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura simples • Adequado para a implementação da DQA 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de informação relativamente às metodologias de cálculo e recolha de dados • Pouco transparente no método de apresentação de resultados • Incompleta para processos de reabilitação

A complexidade de recolha de dados, a dispersão de índices de avaliação e a falta de sistematização dificultam o trabalho de caracterização do sistema ribeirinho. Este trabalho tem sido desenvolvido por especialistas e por vezes de forma deficiente, devido à falta de componentes de caracterização ou ausência de caracterização (Teiga et al., 2006). O RHS, Projecto Rios, Fauna Terrestre e RQI surgem da consciencialização dos problemas ribeirinhos, como um problema abrangente e actual, que tem que ser estudado sistematicamente com vista à melhoria continuada dos problemas, ou seja, tendo como objectivo o processo de reabilitação dos rios ou ribeiras.

A ACA e o INAG nascem da pressão legislativa para a obtenção de um índice que permita auxiliar a implementação da DQA. No momento da caracterização ainda não estavam disponíveis as diferentes metodologias de caracterização do estado de referência.

A percepção destes pressupostos condiciona toda a metodologia e também os parâmetros utilizados por cada uma delas. Enquanto as primeiras (ACA e INAG) utilizam dados físico-químicos, dados bibliográficos e análises de pressões e impactos, as restantes metodologias incidem o seu estudo na caracterização do estado do meio, recorrendo à utilização de fichas de caracterização “in loco”, através de índices biológicos e análises qualitativas do meio ribeirinho.

Todas as intervenções em rios e ribeiras devem ter uma monitorização adequada, de acordo com os objectivos estabelecidos. Assim de forma a simplificar o processo de caracterização apresenta-se no próximo capítulo (Capítulo 5) uma proposta de uma metodologia de caracterização do sistema ribeirinho para auxiliar os técnicos e decisores na implementação de processos de reabilitação

5

METODOLOGIA PROPOSTA

5.1 METODOLOGIA GERAL DE REABILITAÇÃO DE RIOS E RIBEIRAS

A importância de uma metodologia geral de reabilitação de ribeiras padronizada, permite a realização sequencial de etapas, com minimização de lacunas de recolha de dados, estruturação, organização e decisões intermédias fundamentais para o desfecho final da mesma. Também possibilita criar bases de dados padronizadas para a investigação, comparação de resultados e resolução de problemas, quer nacionais quer internacionais (Teiga [et al.], 2007).

O sucesso da reabilitação, depende da metodologia utilizada, Tabela 5.1, com as correspondentes etapas da conceptualização do estudo e implementação, descritas de seguida sumariamente:

Definição estratégica: definição de um plano geral de acção com os vários utilizadores e responsáveis pelo uso hídrico envolvidos. Este processo deve prever prazos, espaços e dotação financeira de forma transparente e uma avaliação real.

Identificação dos Problemas: A selecção dos problemas a avaliar é crucial para o êxito do programa de reabilitação. É conveniente seleccionar os problemas relevantes e detectar e os seus “ciclos de vida” (origem, factores de propagação, evolução).

Identificação dos objectivos da reabilitação: A priorização dos problemas a solucionar e a necessidade de estabelecer os objectivos da reabilitação devem ser documentados, definidos de forma clara e inequívoca.

Identificação das soluções: Após a hierarquização dos problemas e objectivos da reabilitação importa efectuar a identificação, quando possível, das soluções multidisciplinares, rápidas, de menor custo, duradouras, e de fácil implementação e controle.

Elaboração do projecto: Apesar da inexistência de protocolos padronizados para a elaboração de projectos de reabilitação, deve respeitar-se a legislação vigente.

Implementação e Gestão: Esta etapa deve estabelecer e manter as acções previstas nos objectivos da reabilitação. Deve incluir a designação das responsabilidades a cada nível e função relevantes da organização da reabilitação, assim como os meios e prazos para eles serem atingidos.

Monitorização: Os procedimentos de monitorização devem ser documentados com o registo da informação, acompanhamento do desempenho e controle operacional, de acordo com os objectivos pré-estabelecidos. Só uma adequada monitorização permite avaliar o sucesso do trabalho realizado.

Programas de Verificação e Avaliação: A avaliação é uma etapa importante para a eficácia da reabilitação, devem seguir bases técnico-científicas, ter valores padronizados para comparação dos resultados e avaliar a evolução das tendências das medidas implementadas.

Implementação de medidas mitigadoras e correctoras: Qualquer acção correctiva ou preventiva deve ser implementada para eliminar ou mitigar as causas reais ou potenciais de não conformidades.

A reabilitação é tanto mais eficaz quanto maior a participação dos utilizadores, da comunidade e dos decisores que, desta forma, permitem a maior ligação ao espaço fluvial. (Teiga, 2003; Teiga [et al.], 2007).

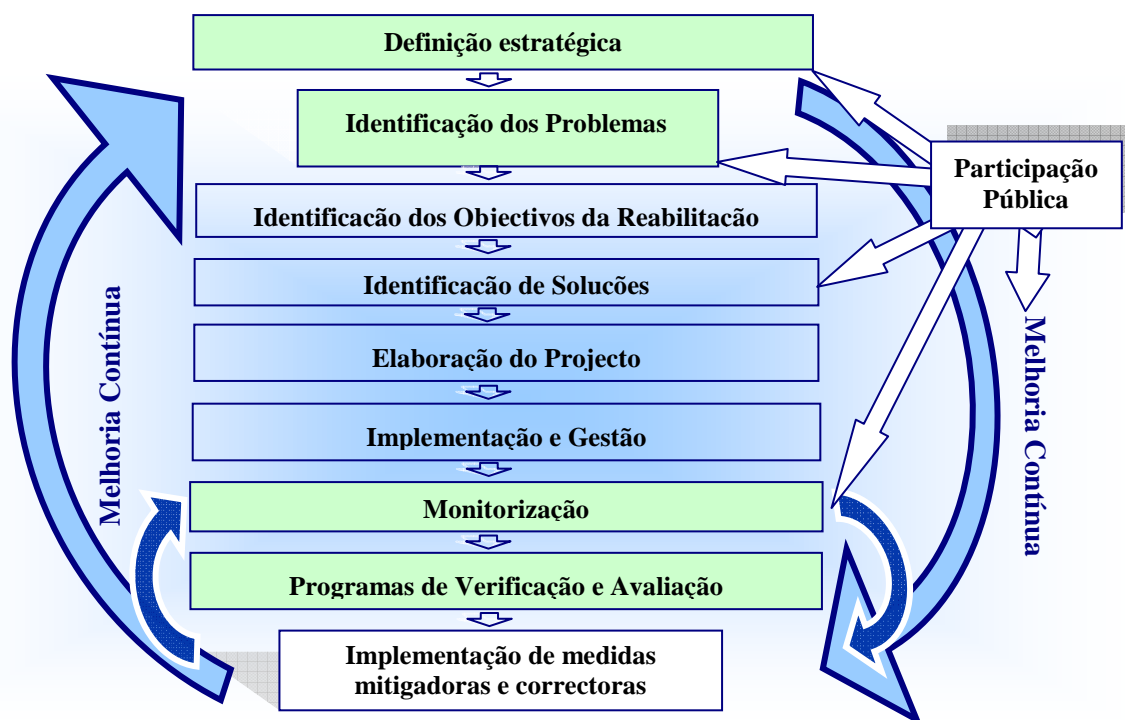


Figura 5.1 Esquema geral das etapas básicas da reabilitação de sistemas ribeirinhos (Teiga [et al.], 2007).

5.1.1 ENQUADRAMENTO DOS ESTUDOS NA METODOLOGIA GERAL

A proposta de avaliação de vulnerabilidades e riscos fluviais enquadra-se na concretização de uma metodologia geral de reabilitação, que servirá de base para as etapas seguintes (Tabela 5.1).

No sentido de se elaborar uma estratégia e auxiliar o processo de decisão, a avaliação de vulnerabilidades e riscos contribui para a priorização e classificação dos principais problemas identificados no sistema fluvial, a monitorização e permite a elaboração de programas de verificação e avaliação.

5.2 FLUXOGRAMA DOS PROCEDIMENTOS, FERRAMENTAS UTILIZADAS E OUTPUTS

Tendo como objectivo a definição da metodologia para a identificação das vulnerabilidades e a avaliação e controlo dos riscos associados ao meio ribeirinho, elaborou-se um fluxograma de acordo com as técnicas “Análise de Diagrama de Blocos” e “Análise de Árvore de Falhas”.

Este fluxograma sintetiza as actividades da metodologia, em correspondência com as ferramentas, os *outputs* e a sua descrição.

Tabela 5.1 Fluxograma de procedimentos, ferramentas utilizadas e outputs (Suter, 2007; Roy [et al.], 2007; Soares da Costa, 2008)

Actividades	Ferramentas/ Índices	Output	D
Caracterização do sistema hídrico fluvial (usos; actividades; ambientais; sociais; económicas)	Ficha de caracterização.	Relatório síntese.	1
Identificação das vulnerabilidades ↔ Identificação dos riscos ↓ Estimativa da aceitabilidade dos riscos	Checklist de vulnerabilidades e riscos. Os índices de avaliação de risco deverão ser de acordo com os riscos potenciais identificados no relatório síntese.	Listagens de resultados da Checklist e disposição por ordem crescente de vulnerabilidade e risco.	2
O risco é aceitável? Não ↓ Definição de medidas de minimização (controlo) e definição de objectivos de reabilitação	Neste passo devem ser resumidos os resultados da avaliação de risco e sempre que possível ter uma noção espacial, em mapas do local da avaliação.	Relatório de análise de riscos – mapas, índices.	3
Sim ↓ Alteração (adaptação) de metodologia, ferramentas, índices ↓ Revisão da identificação de vulnerabilidades e avaliação de riscos	Checklist de verificação e controlo com soluções para diferentes níveis de risco.	Relatórios de evolução do risco.	4
Não ↓ Revisão da identificação de vulnerabilidades e avaliação de riscos	Formação de bases de dados de estudos de casos.	Relatórios de metodologias e teste de sensibilidade de índices.	5

D- Descrição das actividades

1- Considerando as características e o estado de alteração do sistema ribeirinho elabora-se um relatório síntese de pressões e alterações.

2- A identificação das vulnerabilidades é feita através da análise dos factores de risco que lhe estão associadas. O risco potencial deve ser sempre apoiado por índices, que permitam a sua quantificação ou medição.

3- A estimativa dos riscos resulta da combinação da avaliação dos diferentes parâmetros e índices.

Os requisitos legais, a normalização e as normas de boas práticas ambientais devem ser consideradas, de modo a aferir o nível de prevenção e protecção das medidas implementadas.

Após a estimativa da aceitabilidade dos riscos, definem-se as medidas de controlo (prevenção, protecção, reabilitação,...) necessárias. Para os riscos classificados como não aceitáveis (importante ou intolerável) são estabelecidas medidas complementares de controlo e monitorização.

4- A revisão das medidas de controlo ou de reabilitação é feita em função dos resultados obtidos na estimativa de riscos, de forma a, iterativamente/continuamente, se obtenham níveis de risco de maior aceitabilidade.

5- Formação de bases de dados de estudos de casos a nível nacional. Relatórios de metodologias e teste de sensibilidade de índices.

Passando do fluxograma de análise de risco (metodologia de avaliação de risco) para tarefas práticas, deve-se iniciar o estudo de um rio pela sua localização, para o que se podem usar mapas, ortofotomapas, recorrendo, nomeadamente a programas como *Google Earth* ou *Virtual Earth*. Após a compreensão e estudo do local físico onde se enquadra o rio ou ribeira deve-se perceber qual o seu estado geral, ou seja, qual o seu estado físico e as eventuais pressões sobre o sistema hídrico. Nesta fase, deve ser executado um relatório síntese no qual sejam discriminadas os principais problemas detectados. Para ajudar esta fase deve-se pôr em prática a metodologia de recolha de dados *in loco*, ou seja, o preenchimento da ficha de campo proposta em anexo. É com base em análise circunstanciada desta ficha de recolha de dados que se fundamentará o relatório síntese, onde se deverão salientar os factores de pressão humana que se considerem pertinentes e que seja possível quantificar.

Dessa fase deverá resultar o conhecimento numérico e suficiente para a identificação das principais vulnerabilidades. Deve ser perceptível, dentro da *check-list* das vulnerabilidades, aquelas que podem potencializar os riscos. Este procedimento é essencial em todo o processo, pois direcciona o estudo dos riscos, devendo ser devidamente analisada a identificação de vulnerabilidades e fundamentada pelo relatório de síntese e *check-list* das vulnerabilidades que potenciam os riscos. Obtém-se, assim, a primeira identificação de riscos, que apesar de ainda preliminares, são fundamentados pelo conhecimento do local, análise do relatório síntese e identificação da *check-list* de riscos. Pode-se, assim, partir para a avaliação dos diferentes riscos. Seleccionam-se, então, os índices que permitem avaliar os potenciais riscos e procede-se à sua quantificação. Para tal, poderá ser necessário realizar novas saídas de campo para observação, recolha de dados e análises.

Os riscos classificados de acordo com a metodologia e índices propostos neste estudo, devem ser apresentados em relatório, onde se evidencie o processo de selecção desses riscos, a sua medição e avaliação, sendo os resultados, posteriormente, apresentados em tabelas e/ou mapas.

5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS RISCOS E VULNERABILIDADES

A vulnerabilidade refere-se à potencial afectação de um rio ou ribeira, por um determinado acontecimento, incluindo a acção do homem que possa interferir, directa ou indirectamente, sobre a água. Já o risco pode ser definido como a probabilidade de ocorrência de um perigo potencial ou dano, num determinado período ou espaço de tempo.

Assim, risco pode ser definido por “**R (Risco) = P (probabilidade de ocorrência, cenários) * V(vulnerabilidade, efeito)**”

Para determinar adequadamente as vulnerabilidades e riscos potenciais elaborou-se uma *checklist* onde se agruparam as principais Vulnerabilidades identificadas nos rios e ribeiras (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 Principais vulnerabilidades identificadas nos rios e ribeiras (adaptado Canter, 1996; EPA, 2008)

Cheias	Erosão
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Débito ▪ Velocidade ▪ Lótico/Lêntico (fáceis) ▪ Geologia (tipos de rocha) ▪ Substrato do leito (solo) ▪ Substrato das margens (solo) ▪ Substrato geológico ▪ Perfil das margens ▪ Canalização ▪ Tipo (montanha, intermédio, planície) ▪ Tipo de desnível da zona ripária ▪ Forma do vale ▪ Uso do solo nas margens ▪ Uso do solo na bacia ▪ Invasão da zona de inundação para usos urbanos ▪ Invasão da zona de inundação para actividades extractivas ▪ Invasão da zona de inundação por vegetação 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Débito ▪ Velocidade ▪ Lótico/Lêntico (fáceis) ▪ Geologia (tipos de rocha) ▪ Substrato do leito (solo) ▪ Substrato das margens (solo) ▪ Substrato geológico ▪ Granulometria do leito ▪ Deposição de finos ▪ Canalização ▪ Tipo (montanha, intermédio, planície) ▪ Tipo de desnível da zona ripária ▪ Forma do vale ▪ Perfil das margens ▪ Uso do solo nas margens ▪ Uso do solo na bacia
Secas (consequência da diminuição de volumes de água)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Débito ▪ Velocidade ▪ Lótico/Lêntico (fáceis) ▪ Captações de água (irrigação e consumo) ▪ Regularização por barragens ▪ Desvio de caudais para centrais hidroeléctricas ▪ Geologia (tipos de rocha) ▪ Substrato do leito (solo) ▪ Substrato das margens (solo) ▪ Substrato geológico ▪ Granulometria do leito ▪ Deposição de finos 	

Tabela 5.2 Principais vulnerabilidades identificadas nos rios e ribeiras (cont.)

Ecológicos
<p>- Perda de biodiversidade e perda de espaço (habitat)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualidade da água (características físico-químicas, ecológicos) ▪ Fitoplâncton ▪ Macrófitos e fitobentos ▪ Macroinvertebrados (invertebrados bentónicos) ▪ Fauna piscícola (ictiofauna) ▪ Heptofauna ▪ Avifauna ▪ Répties ▪ Mamíferos ▪ Vegetação ▪ Habitat ▪ Integridade ecológica (IB, S, conectividade longitudinal e transversal, exóticas) ▪ Introdução de fauna exótica ▪ Existência de algum tipo de protecção dos ecossistemas (parque natural, rede natura2000, programas de gestão) ▪ Introdução de espécies ▪ Reflorestação ▪ Gestão da vida selvagem ▪ Recarga de aquíferos ▪ Aplicação de fertilizantes ▪ Reciclar resíduos ▪ Preservação de valores arqueológicos <p>Preservação de valores históricos (infra-estruturas) e culturais (locais, estruturas, objectos, edifícios)</p>
<p>- Outros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desaparecimento de espécies sensíveis ▪ Expansão de invasoras (exóticas)

Tabela 5.2 Principais vulnerabilidades identificadas nos rios e ribeiras (cont.)

Antropogénicos	
- Poluição	- Apoio à decisão
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de habitantes ▪ Taxa de crescimento populacional ▪ Taxa de crescimento urbano ▪ Acesso público à informação sobre ambiente ▪ Sistema de participação ▪ Participação nos processos públicos ▪ Conhecimento científico ▪ Déficit de conhecimento sistémico sobre a água ▪ Déficit de historial de informação hidrológico e estado do sistema ▪ Estado de conhecimento ecológico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fluxo de informação inadequados de ▪ SIG ▪ Modelos estocástico-dinâmicos ▪ Índices de apoio ▪ Indicadores ▪ Bases de dados
- Usos e utilização do sistema	- Valores sócio-económicos
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Transportes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Caminhos-de-ferro ▪ Automóveis ▪ Camiões ▪ Barcos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valor do solo ▪ Turismo ▪ Desemprego ▪ Industrial ▪ Comercial ▪ Rendimento per capita ▪ Valores arqueológicos ▪ Valores históricos (infra-estruturas) e culturais (locais, estruturas, objectos, edifícios)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aeronaves ▪ Tráfego no rio ou canal ▪ Barcos de recreio ▪ Caminhos ▪ Teleféricos e elevadores ▪ Comunicação ▪ Transporte fluvial de materiais perigosos e de passageiros ▪ Marinas ou portos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Movimentos de terras <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mineração a céu aberto ▪ Actividades piscatórias ▪ Actividades lúdicas ▪ Detonamentos para movimentos de terra, perfurações ▪ Escavações de superfície ▪ Escavações profundas ▪ Dragagens e remoção de fluidos
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Outros usos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Barcos de recreio (com e sem motor) ▪ Locais de violência, tráfego de drogas e prostituição ▪ Dragagens ▪ Abate de árvores (desflorestação), indústria da madeira ▪ Pesca e caça para consumo (não desportiva) ▪ Alteração dos aquíferos ▪ Represas e açudes ▪ Margens (estabilidade/erosão) (medir tensão crítica de arrastamento, de acordo com “lachat” em Cortes) ▪ Químicos anti-gelo espalhados nas auto-estradas 	- Poluição difusa
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ População <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lixeiras de resíduos sólidos urbanos ▪ Lamas das ETAR ▪ Vias de comunicação ▪ Usos urbanos ▪ Presença de fossas sépticas ▪ Entulho de lixo doméstico ➤ Bacias de retenção <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estabilização e oxidação de pequenos lagos ▪ Reciclagem de resíduos ➤ Industrial <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lixeiras de resíduos sólidos mistos (industriais e urbanos) ▪ Zonas mineiras e extractivas ▪ Entulhos salinos ▪ Entulho de metais e lixo industrial ▪ Reciclagem de resíduos

Tabela 5.2 Principais vulnerabilidades identificadas nos rios e ribeiras (cont.)

Antropogénicos	
<p>➤ Agrícola e pecuária</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Usos agrícolas ▪ Dejectos da pecuária ▪ Excedentes de nitrogénio da agricultura e pecuária ▪ Espécies invasoras ▪ Presença de matadouro ▪ Presença de gado ▪ Usos de pesticidas ▪ Fertilizantes ▪ Solos contaminados ou potencialmente contaminados 	<p>- Poluição pontual</p> <p>➤ Resíduos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Resíduos sólidos urbanos ▪ Sistema de recolha ▪ Metais pesados ▪ Resíduos industriais ▪ Resíduos hospitalares
<p>➤ Resíduos líquidos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biodegradáveis ▪ ETAR (CBO/DQO e PT) ▪ Sem tratamento (carga orgânica) ▪ Efeito acumulado (carga orgânica e PT) ▪ Descarga de sistemas unitários ▪ Descargas industriais (não biodegradáveis) ▪ Tratamento de lubrificantes gastos 	<p>➤ Poluição atmosférica</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissões de gases ▪ Poluição invisível (por deposição nas folhas das árvores /chuvas ácidas) <p>➤ Outras</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poluição de solos ▪ SST
<p>- Perda de uso (capacidade de utilização para um dado fim, actividade, função)</p>	
<p>➤ Transportes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Caminhos-de-ferro ▪ Automóveis ▪ Camiões ▪ Barcos e barcos de recreio ▪ Aeronaves ▪ Tráfego no rio ou canal ▪ Caminhos ▪ Teleféricos e elevadores ▪ Comunicação ▪ Transporte fluvial de materiais perigosos e de passageiros ▪ Marinas ou portos 	<p>➤ Movimentos de terras</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mineração a céu aberto ▪ Actividades piscatórias ▪ Actividades lúdicas ▪ Detonamentos para movimentos de terra, perfurações ▪ Escavações de superfície ▪ Escavações profundas e “retorting” ▪ Dragagens e remoção de fluidos
<p>➤ Outros usos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Barcos de recreio (com e sem motor) ▪ Locais de violência, tráfego de drogas e prostituição ▪ Dragagens ▪ Abate de árvores (desflorestação), indústria da madeira ▪ Pesca e caça para consumo (não desportiva) ▪ Alteração dos aquíferos ▪ Represas e açudes ▪ Margens (estabilidade/erosão) (medir tensão crítica de arrastamento, de acordo com “lachat” em Cortes) ▪ Químicos anti-gelo espalhados nas auto-estradas 	

Tabela 5.2 Principais vulnerabilidades identificadas nos rios e ribeiras (cont.)

Risco de colapso (ruína, degradação, destruição) – infra-estruturas	
<p>➤ Estruturas hidráulicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moinhos ▪ Açudes ▪ Manilhas – entubamento 	<p>➤ Edifícios industriais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Linhas eléctricas, tubos e oleodutos ▪ Parques eólicos ▪ Aterros e escavações
<p>➤ Edifícios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lavadouro ▪ Habitacionais ▪ Públicos ▪ Ensino ▪ Desportivos ▪ Comerciais ▪ Industriais ▪ Agrícolas ▪ Estruturas recreativas 	<p>➤ Vias de comunicação:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pontes pedonais ▪ Pontes para veículos ▪ Aeroportos ▪ Marinas e terminais marítimos ▪ Caminhos de ferros ▪ Teleféricos e elevadores ▪ Túneis e estruturas subterrâneas
- Incêndios	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de incêndios ▪ Área ardida ▪ Distância ao leito do rio/ribeira ▪ Existência de corta fogos ▪ Tipo de vegetação ▪ Índice de vegetação ▪ Limpeza das matas ▪ Dados meteorológicos (vento, temperatura e humidade do ar) ▪ Biomassa combustível ▪ Fontes de ignição ▪ Topografia (ventos dominantes, capacidade de transporte das águas superficiais) 	
Outros riscos:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ - Perda de informação (dados históricos níveis de cheias, localização de infra-estruturas, valores históricos) ▪ - Desorganização da informação ▪ - Falhas humana (negligência científica e profissional) ▪ - Actividades específicas (explosões, derramamentos). 	

5.4 FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO

Para aplicar a nova metodologia para avaliação das principais vulnerabilidades e riscos fluviais foi utilizada e adaptada a ficha de campo proposta por Teiga (2003), que reúne um abrangente número e tipos de parâmetros de caracterização fluvial. Esta ficha é apresentada em detalhe no Anexo A8, sendo a informação mais relevante sintetizada na Tabela 5.3.

Esta ficha de campo poderá ser utilizada nas saídas de campo para recolher e sintetizar os dados do sistema ribeirinho. Após esta recolha de caracterização propõe-se avaliar, determinar e classificar as principais vulnerabilidades e riscos no sistema ribeirinho.

A ficha de caracterização de campo foi aplicada na ribeira da Certagem. Esta poderá ser aplicada noutros estudos de caso, permitindo a elaboração de uma base de dados integrada em processos de reabilitação de rios e ribeiras.

Apresentam-se no subcapítulo 5.5 as metodologias de análise e classificação dos riscos propostos e os respectivos resultados dos riscos estudados na ribeira da Certagem.

Tabela 5.3 Resumo da informação contida na tabela de campo desenvolvidas por Teiga (2003), apresentadas no Anexo A8.

A- Dados gerais e relativos ao troço :
Dados gerais de localização, data e observador
Características do troço, tipo de débito, uniformidade do canal, morfologia e forma dominante do vale
B- Dados relativos a cada ponto do troço:
0. Altitude, distância à nascente, hora e margem de observação
1. Recolha de parâmetros químicos(pH, condutividade, oxigénio dissolvido)
2. Colheita de amostras bacteriológicas e físico-químicas
3. Recolha de macroinvertebrados
4. Dimensões do canal: Ponto de referência (dist. margem dta/profundidades ,declive)
5. Escoamento do canal. corrente, velocidade
6. Uso do solo marginal
7. Vegetação (continuidade longitudinal, largura altura máxima e percentagem de coberto)
8. Abundância de matéria orgânica bentónica
9. <i>Habitat</i> : leito/margem
10. Substrato (dominante do leito e margens e substrato geológico)
11. Estabilidade/erosão
12. Infra-estruturas e pormenor/poluição
13. Fauna
14. Outras observações (situações de emergência ou de excepção; outras observações não previstas na tabela)

5.5 AVALIAÇÃO DE RISCOS

De seguida, apresentam-se os resultados do estudo dos riscos de cheias, secas, erosão, perda de biodiversidade, perda de espaço e antropogénicos, aplicados ao sistema fluvial da ribeira da Certagem.

5.5.1 RISCO DE CHEIAS

As cheias são fenómenos naturais extremos e temporários, provocados por precipitações prolongadas e mais ou menos intensas ou por precipitações repentinas e de elevada intensidade. Este excesso de precipitação faz aumentar o caudal dos cursos de água, originando o transbordo do leito normal para o leito de inundação.

Para a correcta gestão dos riscos de inundações deve-se cumprir a directiva 2007/60/CE onde se salientam os seguintes aspectos:

- O governo classifica como zona ameaçada pelas cheias, a área contígua à margem de um curso de água, que se estende até à linha alcançada pela maior cheia com probabilidade de ocorrência no período de um século (cheia dos 100 anos). São vários os tipos de inundações que podem ocorrer: cheias de origem fluvial, cheias repentinas, inundações urbanas e inundações marítimas em zonas costeiras;
- Os danos causados pelas inundações podem também variar entre as várias regiões e de acordo com o ordenamento do espaço fluvial;
- Os objectivos da gestão dos riscos de inundações deverão ser fixados pelos próprios Estados-membros e basear-se nas particularidades locais e regionais;
- O risco de inundação é a combinação da probabilidade de inundações e das suas potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as actividades económicas;
- Os planos de gestão dos riscos de inundações deverão centrar-se na prevenção, protecção e preparação. Para dar mais espaço aos rios, esses planos deverão ter em conta, sempre que possível, a manutenção e/ou restauração das planícies aluviais, bem como medidas destinadas a prevenir e reduzir os danos para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as actividades económicas.
- Os elementos dos planos de gestão dos riscos de inundações deverão ser periodicamente revistos e, se necessário, actualizados, tendo em consideração os efeitos prováveis das alterações climáticas na ocorrência de inundações;
- Os Estados-membros deverão basear as suas avaliações, em cartas e planos das «melhores práticas» e «melhores tecnologias disponíveis» adequadas que não acarretem custos excessivos no domínio da gestão dos riscos de inundações.

A análise do risco de cheias parte do princípio básico que este fenómeno é essencial para o bom funcionamento do ecossistema e portanto, também para a sustentabilidade e bem-estar humano. Portanto, o fenómeno periódico de inundação das margens é essencial para que os seres vivos habitem nestes locais, tornando-se irrefutavelmente um local com um potencial biológico elevado. A degradação ou depleção deste habitat tem incalculáveis perdas a vários níveis, acarreta um enorme risco para o homem, não só devido a problemas directos, como os de saúde (infecções, epidemias, etc.), mas também invoca problemas de sustentabilidade económicas, sociais, ambiental e todas as

condicionantes físicas e psicológicas que isso pode provocar no ser humano. Portanto, o estudo rigoroso deste risco é fundamental.

Método

Para a avaliação de riscos de cheias foi efectuada a análise estatística das precipitações máximas diárias anuais, que permitiram obter caudais (para diferentes tempos de retorno), através do estudo dos parâmetros físicos da bacia da Certagem.

Este estudo tem como principais fases:

- 1- Pesquisar na base de dados do SNIRH (INAG, 2008) séries de precipitações máximas diárias anuais.
- 2- Estudo estatístico das precipitações, pelo método de Gumbel-Chow, para a obtenção da intensidade de precipitação do período de 24 horas, para tempos de retorno 10, 50, 100 e 500 anos.
- 3- Estimativa do tempo de concentração da bacia. Para tal, foram utilizadas as fórmulas de Giandotti, Kirpich, Ven Te Chow, Picking e Temez e parâmetros da bacia.
- 4- Para o cálculo dos caudais foi seguido o seguinte processo:
 - Calculou-se a intensidade de precipitação crítica, utilizando a média dos tempos de concentração das diferentes fórmulas e a precipitação de 24 horas:

$$\frac{P_c}{P_{24}} = \left(\frac{t_c}{t_{24}}\right)^{b+1}$$

(P_c – precipitação crítica; P_{24} – precipitação máxima de 24 horas; t_c – tempo de concentração; t_{24} – tempo (24 horas))

- Calcularam-se os caudais através da fórmula racional:

$$\text{-fórmula racional} \quad Q = C \cdot i \cdot A$$

(Q - caudal de ponta de cheia em m^3/s ; C - coeficiente de escoamento, i - intensidade de precipitação em m/s ; A - superfície da bacia em m^2)

- 5- Para obter a largura do leito de inundação foi efectuada um cálculo simplificado, aplicando a fórmula de Manning-Strickler. Assim para cada

o efectuada um cálculo iterativo, de modo a igualar as duas parcelas da fórmula de Manning-Strickler.

O termo da esquerda é imediatamente obtido através do valor do caudal calculado, do valor do coeficiente (K) correspondendo à rugosidade do canal (considerada um valor de $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) e da perda de carga continua (J), considerada igual à inclinação longitudinal entre os perfis transversais montante e jusante da secção em análise. Arbitram-se então sucessivos valores de profundidade do escoamento da secção (cujo perfil transversal é conhecido pelo levantamento topográfico), e os correspondentes valores da largura de escoamento, área da secção transversal e do raio hidráulico, até se obter a igualdade entre os dois membros.

$$Q/(K \cdot J^{1/2}) = S \cdot R^{2/3}$$

(Q – caudal; K – coeficiente de rugosidade; J – perda de carga contínua; S – área da secção transversal; R – raio hidráulico).

Para este estudo recomenda-se então a um levantamento topográfico (1:1000) com respectivos perfis transversais (1:200) e cartas militares, para a delimitação das áreas inundáveis. Para detalhe de todo o processo de estudo das cheias ver Anexo A7.1.

Determinados as zonas de inundação (para diferentes tempos de retorno T-anos), verificou-se a percentagem de espaços dentro dos mesmos utilizada para fins urbanos e agrícolas.

Segundo Melo, [et al.], (2002), a partir do cruzamento da severidade com a frequência ($f=1/T$) determina-se a categoria do risco para cada vulnerabilidade. A classificação do risco permite auxiliar os decisores para a elaboração de planos de acção de acordo com o nível obtido (Tabela 5.7).

Tabela 5.4 Categorias das frequências (probabilidade) de ocorrência e dos cenários, Morgado (2002)

Categoria	Denominação	Faixa de frequência	Descrição
A	Extremamente remota	$f=1/500$	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a monitorização do processo de reabilitação.
B	Improvável	$f=1/100$	Pouco provável de ocorrer durante a monitorização do processo de reabilitação.
C	Provável	$f=1/50$	Esperado ocorrer até uma vez durante a monitorização do processo de reabilitação.
D	Frequente	$f=1/10$	Esperado ocorrer várias vezes durante a monitorização do processo de reabilitação.

O risco aumenta pela percentagem de ocupação do leito para usos urbanos e agrícolas, uma vez que, quanto maior é a ocupação do leito para um determinado tempo de retorno, maior será o potencial da inundação e os danos económicos, físicos e ecológicos também poderão ser maiores.

A severidade do risco de cheias resultante das diferentes ocupações do solo pode ser associada ao somatório dos usos urbanos (edificações e vias de comunicação) e agrícolas, de acordo com as classes estabelecidas na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 Classificação de severidade do risco por categorias, do somatório dos usos do solo na zona de inundação de cheia (Urbanos+Agrícolas)

Categoria	Denominação	Faixa de ocupação
I	Desprezável	0-5 %
II	Marginal	5-25 %
III	Crítica	25-50%
IV	Catastrófica	> 50 %

Caso se pretenda o estudo detalhado e discriminado para o tipo específico de uso do solo urbano, deverá ser utilizado um conjunto de categorias com faixas de variação mais restritas. Desta forma, torna-se possível a melhor gestão do risco de cheias para o sector de actividade mais gravoso presente na zona de inundação considerada (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 Classificação de severidade por categorias do uso do solo urbano na zona de inundação de cheia.

Categoria	Denominação	Faixa de ocupação
I	Desprezável	0-1 %
II	Marginal	1-5%
III	Crítica	5-12 %
IV	Catastrófica	>12%

Os valores estabelecidos nas tabelas (Tabela 5.5 e Tabela 5.6) correspondem a propostas de categorias de acordo com consulta a diferente bibliografia. As considerações seguintes são aplicáveis a qualquer uma dessas categorias de severidade do risco de cheia.

Do cruzamento destas duas variáveis (frequência/severidade) surge a classificação do risco (Tabela 5.7). Esta classificação é agravada em zonas de inundação quanto menor for o tempos de retorno das precipitações.

Tabela 5.7 Matriz de classificação do risco (Frequência x Severidade) Morgado (2002)

		Frequência			
Severidade		A (500anos)	B (100anos)	C (50anos)	D (10anos)
	IV	2	3	4	4
	III	1	2	3	4
	II	1	1	2	3
	I	1	1	1	2

Deve-se ter em conta que os estudos de cheias devem ser complementados com observações de campo e, a partir de entrevistas, conhecer com detalhe, as actividades económicas e sociais que ocorram nos espaços de cheia, classificados por diferentes períodos de retorno. Para auxiliar este tipo de estudo pode utilizar-se o método de “causas e consequências” e/ou “diagrama de blocos” já descritos no subcapítulo 2.2.2.

Resultados da aplicação à ribeira da Certagem

Efectuou-se o estudo hidrológico e o estudo das zonas de inundação para a ribeira em estudo (Anexo A7.1).

Foi calculado o mapa de inundação de cheia para os diferentes tempos de retorno, de acordo com a Tabela 5.4. Verificou-se que a variação da largura de zonas de inundação para os tempos de retorno de 50, 100 e de 500 anos não têm grande amplitude, sendo apenas de 1 ou 2 metros, de acordo com resumo apresentado na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 Tempo de retorno e respectiva largura de inundação marginal

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Tr=10	4.4m	4.3	16.0	15.4	9.4	16.3	22.7	15.24
Tr=500	4.9m	4.4	20.2	18.3	12.9	18.5	34.2	16.4

Também foi verificado que para os diferentes tempos de retorno, o polígono de mapeamento de zonas de cheia excepto em uma das secções ultrapassaram a largura dos 10 metros impostos legalmente. A única excepção foi na secção A7 (perfil P10) que apresenta sempre um valor anómalo.

Foi assim decidido avaliar a percentagem de usos na zona inundável de 10 metros da margem.

Esta largura de inundação é importante para o cumprimento da directiva relativa à avaliação de gestão dos riscos de inundações (Directiva 2007/60/CE) e a análise cumulativa a severidade esperada para o espaço fluvial.

Os resultados foram agregados na Tabela 5.9, podendo daí constatar-se que em termos de ocupação urbana e agrícola a **ribeira** apresenta uma classificação de **severidade**:

- “Crítica” (8.4%) para o tipo urbano é “catastrófico” (72.9%) para o uso agrícola, de acordo com a Tabela 5.6.
- “Catastrófica” (81.3%) para o conjunto dos dois usos, conforme a Tabela 5.5.

Cruzando agora esta classificação com as frequências, podemos dizer que por exemplo para o tempo de retorno de 50 anos, de acordo com Tabela 5.7, será considerado que:

- O risco será “moderado”, para uso urbano; “elevado” para o caso do uso agrícola
- Globalmente a ribeira apresenta uma classificação do risco global (Urbana+Agrícola) de “elevado”

Tabela 5.9 Resultados do calculo das áreas no DH, faixa de dez metros, por tipo de uso.

Índices	Totais	Troço A	Troço B	Troço C	Troço D
Área Urbana no DH (m ²)	9123.5	3058.8	2456.5	2678.0	930.1
Área Urbana no DH no troço(% por troço)	8.4	14.1	8.4	11.5	2.7
Área agrícola no DH (m ²)	79474.5	18183.9	22286.3	18133.1	20871.3
% Área agrícola no DH no troço(% por troço)	72.9	83.9	76.6	77.9	59.6

A classificação da ribeira poderá ser ainda determinada troço a troço. Por exemplo, analisando o troço A (o mais intensamente utilizado, Tabela 5.9) verifica-se que, em termos de ocupação urbana e agrícola, o **troço** apresenta uma classificação de severidade:

- “catastrófico” (14.1%) para o tipo urbano e também “catastrófico” (83.9%) para o uso agrícola, de acordo com a Tabela 5.6.
- Globalmente “catastrófico” (98%) para o conjunto das duas aplicações, conforme a Tabela 5.5.

De modo a similar, cruzando agora esta classificação com as frequências poderíamos dizer que para o tempo de retorno de 50 anos o risco, de acordo com Tabela 5.7, será considerado que:

- O risco quer para uso urbano quer para uso agrícola é “elevado”.
- A ribeira apresenta naturalmente uma classificação do risco global (Urbana+Agrícola) de “elevado.”

Da classificação da severidade de cada troço (similar à descrita para o troço A) resulta a Tabela 5.10, onde se apresenta a avaliação da severidade pelo uso total das margens na largura de 10 metros.

Tabela 5.10 Classificação da severidade do risco de cheia na ribeira da Certagem (Tr=100anos; Largura margem=10m)

Classificação da Severidade		A	B	C	D	Total
Área urbana	% Sobre o troço	14.1	8.4	11.5	2.7	8.4
Área agrícola	% Sobre o troço	83.9	76.6	77.9	59.6	72.9
Área urbana+agrícola	% Sobre o troço	98.0	85.1	89.4	62.3	98.0

A delimitação de zonas de inundação poderá eventualmente justificar um maior rigor do cálculo hidráulico, nomeadamente através dos métodos computacionais (por exemplo, através do programa Hec-Ras)

O tipo de classificação proposta, carece de verificação e validação em outros rios e ribeiras, de modo a fazer a sua necessária calibração e validação.

5.5.2 RISCO DE SECAS

A seca é um fenómeno natural de origem meteorológica e climatológica, devido essencialmente a um défice nas condições de precipitação, que se verifica todos os anos em diferentes regiões do globo, sendo portanto uma característica recorrente do clima e não um acontecimento raro. Devido à complexidade deste fenómeno, não existe uma definição rigorosa e universalmente aceite, mas genericamente considera-se que existe uma situação de seca quando o volume de precipitação num determinado período de tempo é inferior ao volume médio de precipitação para um mesmo período temporal, calculado para uma série de anos de referência (Mendes, 2008).

As secas são fenómenos naturais periódicos que provocam numerosas alterações no meio ambiente. Este fenómeno natural é, tal como as cheias, amplamente agravado pelo ser humano, quer por vias directas quer por vias indirectas. Directamente, existe a pressão exercida pelas sociedades sobre o meio hídrico que se verifica nas captações de água para saneamento e rega, e nos desvios de caudais para produção eléctrica. De uma forma indirecta, o ser humano aumenta este risco para as espécies biológicas pelo uso desmedido dos solos (que pode inclusivamente conduzir à desertificação), pela regularização do leito (por exemplo, construindo barragens), pela depuração das águas (mistura de águas residuais), etc.

A modificação do regime hidrológico dos cursos de água é uma das mais importantes alterações no ambiente. (Alves, 1994)

Em Portugal, o crescimento da população e o desenvolvimento económico e social têm conduzido ao incremento do consumo da água e à diversificação das suas utilizações, sendo de prever um aumento do número de aproveitamentos hidráulicos, para abastecimento público, rega e produção de energia eléctrica. Face à crescente utilização dos recursos hídricos superficiais e ao agravamento dos riscos de perturbação dos ecossistemas lóticos que a mesma acarreta, a manutenção de caudais ecológicos é uma questão de primordial importância na gestão dos recursos hídricos.

A obrigatoriedade de manter um caudal que permita a conservação e manutenção dos ecossistemas aquáticos não está prevista na legislação portuguesa de forma explícita, estando incluída no articulado da Lei de Bases do Ambiente (Lei nº 11/87 de 7 de Abril) e no Decreto Lei nº 70/92 de 2 de Março, em que é referida a necessidade de tomar em consideração a protecção e conservação do ambiente no processo de planeamento, administração e utilização do domínio hídrico. Esta legislação constitui a base legal que tem permitido, desde 1989, a obrigação de manter um caudal mínimo no curso de água a jusante de um aproveitamento hidráulico para a minimização dos impactes negativos nos ecossistemas aquáticos. O valor deste caudal é independente do caudal reservado que tem de ser sempre garantido a jusante dos aproveitamentos hidráulicos, para a manutenção de usos já existentes, como sejam a rega e o abastecimento público.

Método

No presente estudo, que teve como premissa a procura da objectividade, foram tidos em consideração factores que incrementem directamente o risco. Assim, para a quantificação deste risco devemos ter em atenção os dois aspectos fundamentais: a captação de águas e a sensibilidade do local às secas. De uma forma prática devemos medir as pressões que o ser humano exerce sobre o rio ou ribeira, incluindo os volumes de águas captados, e o seu peso no volume médio escoado do rio ou ribeira. Outro aspecto tido em conta, a sensibilidade do local às secas, levou a terem sido considerado os factores meteorológicos e parâmetros da bacia hidrográfica, no entanto, para um estudo de maior detalhe, dever-se-iam incluir as características do solo, tipo de rochas e aquíferos formados e os tipos de culturas superficiais.

O caudal ecológico, em sentido lato, pode ser definido como o caudal que permite assegurar a conservação e manutenção dos ecossistemas aquáticos naturais, a produção das espécies com interesse desportivo ou comercial, assim como, a conservação e manutenção dos ecossistemas ripícolas e os aspectos estéticos da paisagem ou outros de interesse científico ou cultural (Alves, 1994).

Índices correspondentes à relação percentual do caudal de água corrente no rio em meses secos ou muito secos com o caudal ecológico, foram equacionados.

Em Portugal é utilizado para determinar o índice de seca uma percentagem do caudal afluente, no entanto existem diversas formas de cálculo. Este processo de cálculo está longe de ser consensual, e está em actual desenvolvimento, nomeadamente para dar cumprimento à implantação na DQA.

Portanto, no âmbito desta tese, não se entrou com o caudal ecológico, não só pelos métodos de cálculo serem vastos e polémicos, mas também por não existirem programas de monitorização padronizados que permitam obter dados dos valores dos caudais mínimos, para cada situação (Alves, 1994).

Deste modo, optou-se por efectuar uma análise das séries de caudais da ribeira para verificar que este poderá ter períodos praticamente sem escoamento e equacionando-se de forma simplificada as potenciais consequências económicas, ecológicas e sociais das secas.

Criaram-se assim, apenas dois níveis de classificação de acordo com a Tabela 5.11, em termos risco de um ano de seca extremo. E condicionando-o a medidas especiais e rigorosas para atenuar estes efeitos, como as captações e os desvios de águas.

Tabela 5.11 Classificação do risco de seca, conforme a existência ou não de escoamento.

Num ano de seca extremo:		
I – Sem risco	Tem escoamento	Sem risco aparente
II – Em risco	Não tem escoamento	Em risco, com necessidade de se iniciar processo preventivo

Para tal, deve-se procurar, através da análise estatística das séries de precipitação anual (Anexo A7.2), um ano classificado como seco ou muito seco (Maia, 2005) e verificar para esses meses existe ou não escoamento. Na falta dos registos de caudais da ribeira, pois pode não existir uma estação hidrométrica, é necessário efectuar uma comparação com um rio ou ribeira com características semelhantes, quer meteorologicamente quer em parâmetros físicos da bacia, quer pelas proximidade de regimes de pluviosidades e características geológicas, onde existam registo de caudais (estação hidrométrica com registos suficientemente longos). Deve-se então verificar um ano classificado como seco ou muito seco em ambas as séries de precipitações. Parte-se então da premissa que duas zonas com características meteorológicas comuns e bacias hidrográficas análogas terão caudais equivalentes. Assim, devem ser calculados os caudais da ribeira em estudo por ponderação entre a sua precipitação e a precipitação de comparação. Conhecendo os caudais do rio de comparação e as áreas da bacia em questão, será então efectuada uma ponderação para calcular os possíveis caudais da ribeira em estudo:

$$Q_{\text{ribeira}} = Q_{\text{comparação}} * \left(\frac{P_{\text{rib}}}{P_{\text{comp}}} \right) * \left(\frac{A_{\text{rib}}}{A_{\text{comp}}} \right)$$

Q_{ribeira} – caudal da ribeira em estudo; $Q_{\text{comparação}}$ – caudal da ribeira de comparação (onde existam registos hidrométricos); P_{rib} – precipitação mensal da ribeira num ano seco ou extremamente seco; P_{comp} – precipitação mensal da ribeira de comparação num ano seco ou extremamente seco; A_{rib} – área da bacia da ribeira; A_{comp} – área da bacia da ribeira de comparação)

Resultados da aplicação à ribeira da Certagem

Foi elaborado o estudo de acordo com a metodologia proposta, tendo-se verificado após os cálculos que num ano seco ou muito seco a ribeira pode ficar com caudais extremamente reduzidos, ou praticamente nulos, o que leva a considerá-la como tendo potencial “Risco” em situação de seca (ver cálculo em Anexo A7.2).

5.5.3 RISCO DE EROÇÃO

A superfície da terra é permanentemente alterada pela acção dos agentes erosivos, também chamados agentes modeladores do relevo, como por exemplo a água das chuvas, o mar, os rios, o vento, o gelo, a temperatura, etc. Estes diferentes agentes exercem várias formas de erosão. Regra geral a acção destes agentes pode englobar três fases: o desgaste, consistindo no arranque dos materiais; o transporte, que consiste no transporte, por arrastamento, dos materiais arrancados para fase de desgaste, recebendo os materiais transportados a designação de sedimentos; e a acumulação, consistindo na deposição dos materiais transportados em áreas de fraca altitude (Aguilo, [et al.], 2004).

Nos rios e ribeiros ocorre a erosão fluvial, também designada erosão normal, tem como agente principal as águas correntes (águas de escorrência, em particular as águas que não correm em leito próprio), as torrentes, os ribeiros e os rios. A erosão das águas superficiais resulta das partículas que a água transporta e da inclinação dos terrenos sobre que desliza. Os detritos podem ser transportados em suspensão, rolamento pelo fundo e dissolução. A erosão dos rios que traça o seu perfil longitudinal, varia com a inclinação, a natureza litológica do leito, o caudal, a velocidade de escoamento e as condições climáticas. Se o perfil do curso de água é inclinado, verifica-se um aprofundamento do vale em V (erosão vertical em profundidade); se o perfil está próximo do nível de base, é a erosão lateral que predomina (Aguilo, [et al.], 2004).

A erosão das margens de um rio traduz-se inevitavelmente na perda de habitat, sendo um dos principais riscos derivados de processos naturais, que são agravados pelas alterações derivadas das pressões humanas (Aguilo, [et al.], 2004). A quantificação deste risco é difícil pois é um fenómeno longo e contínuo que pode ser agravado seriamente pela construção no leito de cheia, pela alteração das margens ou pela alteração do seu trajecto (tornando-o mais linear, ou reduzindo o seu leito normal). Sendo estas as principais características que aumentam o risco de erosão, foram executadas metodologias que permitam de uma forma eficaz a sua quantificação. O índice mais conciso e adaptado para medir este risco é o GQC, desenvolvido pela RHS, pois permite rápidos e bons resultados sem a recorrência a cálculos aproximados de modelos físicos. A sua classificação é obtida pela soma parcial do resultado de cada parâmetro (ver ficha de caracterização no Anexo A2), o resultado do risco é de acordo com a Tabela 5.12 classificado em catastrófico, crítico ou desprezível. Este método foi desenvolvido pela RHS (RHS, 2003) e adaptado por Daniel Oliveira para o estudo de caso no norte de Portugal. O método consiste na atribuição de ponderações para a margem esquerda e direita, de acordo com os tipos de desnível da zona ripária, existência de uma ilha ou ilhas no meio do leito do rio e potencialidade de suportar uma massa vegetal ribeirinha. Os resultados das ponderações são somados e classificados de acordo com a Tabela 5.12.

Tabela 5.12 Tipo geomorfológico segundo a pontuação (Oliveira, 2005; RHS, 2003)

> 8	Tipo III	Catastrófico	Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um bosque de ribeira
Entre 5 – 8	Tipo II	Crítico	Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona com vegetação normalmente situada em sectores médios dos rios
< 5	Tipo I	Desprezível	Zonas ribeirinhas extensas, sectores normalmente baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque ripícola extenso.

Os rios de montanha apresentam, no seu geral, um maior risco para a erosão do que as zonas com menores declives, normalmente situadas próximos da foz (Tabela 5.12), onde se pode desenvolver um bosque ripícola.

O grau de qualidade do canal (GQC) pretende avaliar o grau de alteração/estabilidade das margens do canal principal de escoamento. Consiste na avaliação singular de um a sete parâmetros diferentes, nomeadamente, presença de estruturas de retenção, estrutura do canal, sedimentos e estabilidade do canal, estrutura das margens, alteração artificial das margens, heterogeneidade do canal e estrutura do leito. No final, após atribuição de índices de ponderação relativa faz-se o somatório e obtém-se o índice GQC, como já referido no subcapítulo 3.1.1. Que permite classificar o troço de acordo com a Tabela 5.13.

Tabela 5.13 Intervalos de valores para o índice GQC e respectivas designações (Oliveira, 2005; RHS, 2003)

Classe	Descrição	Intervalos	Gradiente de cores
V	Canal completamente alterado (ex: canalizado, regularizado)	8-13	
IV	Grande alteração do canal	14-19	
III	Início de uma importante alteração do canal	20-25	
II	Canal ligeiramente perturbado	26-30	
I	Canal sem alterações, estado natural	≥31	

Para descrever a dinâmica de sedimentos num rio ou ribeira e identificar com maior precisão os tipos de erosão e acompanhar os processos de estabilização das margens em projectos de reabilitação fez-se o cruzamento das variáveis de risco “tipo geomorfológico” vs “GQC” (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**; Tabela 5.14).





Tabela 5.14 Cruzamento das variáveis “tipo geomorfológico” e “GQC” – Índice global de erosão

		GQC				
		I	II	III	IV	V
Tipo geomorfológico	I					
	II					
	III					

Método e Resultados





Os resultados de aplicação do índice global de erosão à ribeira da Certagem estão resumidos na Tabela 5.15. Estes índices foram já estudados e analisados no subcapítulo 4.3.1 e, portanto, apresentam-se aqui somente os principais resultados obtidos na ribeira da Certagem.

Tabela 5.15 Classificação do índice GQC na ribeira da Certagem (método de classificação presente no Anexo A2)

Ponto de recolha	A	B	C	D
GQC	 Grande alteração - III	 Grande alteração - III	 Grande alteração - III	 Grande alteração - III

A classificação do grau de qualidade do canal (GQC) é “moderado”, ou seja, existe uma grande alteração do canal em todos os troços estudados.

Tabela 5.16 Classificação do tipo geomorfológico na ribeira da Certagem

Ponto de recolha	A	B	C	D
Tipo geomorfológico	 - III	 - III	 - III	 - III
III- Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um extenso bosque de ribeira				

A classificação do tipo geomorfológico é “catastrófico” em todos os troços.

Do cruzamento das duas variáveis de severidade (GQC e tipo geomormológico), (Tabela 5.16) classificou-se o risco global de erosão de “elevado”.

5.5.4 RISCO DE PERDA DE BIODIVERSIDADE

Desde que apareceu a vida na Terra que a evolução faz com que surjam novas espécies diferentes à medida que se vão adaptando a novas zonas e a mudanças no clima. As espécies que não se adaptam, extinguem-se. A diversidade biológica tem a ver com a diversidade de ecossistemas, de espécies, de subespécies, de raças de animais (p. ex. os cavalos lusitanos e os árabes), de variedades de plantas (p. ex. de rosas) e até de genes (os genes contêm a informação para as características dos seres vivos p. ex. para a cor dos olhos). Esta diversidade é uma verdadeira riqueza, pois além de ser importantíssima para manter o equilíbrio ecológico, é também graças a ela que podemos obter uma grande variedade de alimentos, medicamentos e de muitas substâncias essenciais à nossa sobrevivência. Porém, algumas pessoas julgam que libertando espécies exóticas fazem aumentar a biodiversidade, o que não é verdade, pois a introdução de espécies pode causar muitos problemas ecológicos e a extinção de outras (ICN, 2007).

A perda de biodiversidade é um risco que expressa de uma forma mais evidente a necessidade de reabilitação. A biodiversidade é directamente influenciada pela qualidade de todo o sistema, sendo por isso um factor que não se pode desprezar na avaliação global de risco. Existem algumas metodologias aceites para avaliação da biodiversidade de diferentes grupos de organismos, sendo os índices biológicos aqueles que melhor o expressam.

As análises dos macroinvertebrados são fundamentais para a quantificação deste risco, pois são organismos sensíveis que estão directamente ligados à qualidade da água e portanto de todo o ecossistema. São fáceis de capturar, de observar a olho nu e de identificar e são representativos da qualidade da água e do ecossistema aquático. Os índices calculados através desta análise são o IB (Índice Biológico), o EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *trichoptera*) e o AD (*Díptera* e *Annelida*). No Anexo A7.4 apresenta-se a metodologia de avaliação de macroinvertebrados com detalhe.

Outro índice de elevada importância é o RQI (Riparian Quality Index), que permite avaliar o corredor ribeirinho e a sua qualidade e continuidade, quer a nível marginal, quer em altura (Tánago, 2006).

Através destas duas análises conseguiu-se avaliar um grande leque de diferentes ecossistemas do meio ribeirinho (leito e margens). Alcançou-se assim uma forma avaliativa concisa, prática e eficaz um índice global de risco de perda de biodiversidade, que se traduz no pior resultado (V) obtido para o RGPB (Risco Global de Perda de Biodiversidade).

A classificação do RGPB é a mais penalizadora entre os índices observados individualmente. Para se sintetizar os índices biológicos aglutinaram-se os resultados no índice RGPB, que corresponde ao índice com maior ponderação (Tabela 5.17).

Tabela 5.17 Classificação de severidade por categorias do uso do solo na zona de inundação de cheia para cada tipo de uso

Categoria	Denominação
I	Desprezável
II	Marginal
III	Moderado
IV	Crítica
V	Catastrófica











Método e Resultados

Os resultados descritos na

Tabela 5.18, observados na ribeira da Certagem, mostram que em todos os pontos monitorizados existe uma elevada degradação do ecossistema aquático e ripícola.

Contrariamente à qualidade físico-química da água, que para alguns parâmetros apresentaram razoável qualidade, os parâmetros ecológicos apresentaram classificação “Muito Má” em todos os pontos caracterizados.

Tabela 5.18 Classificação dos índices IB, EPT, AD, RQI e do Risco Global de Perda de Biodiversidade

Ponto de recolha	A	B	C	D
IB	 3 - Má	 3 - Má	 3 - Má	 2 – Muito Má
EPT %	0	0	0	0
AD %	 98.2	 93.6	 98.5	 100
RQI	 Muito Pobre	 Muito Pobre	 Muito Pobre	 Muito Pobre
RGPB	 V	 V	 V	 V

O índice de biodiversidade de macroinvertebrados, com uma escala de 0 a 5, apresenta na ribeira da Certagem um índice de “má qualidade” e “muito má qualidade” no troço D.

Os resultados, em percentagem, do grupo EPT indicam a ausência total destes bioindicadores. A percentagem elevada de AD, com valores superiores a 90%, indicam a dominância deste grupo; assim, a classificação final dos macroinvertebrados indicam a presença de fortes perturbações no sistema aquático.

O índice RQI apresenta, ao longo de todos os troços, o resultado “muito pobre”, pela ausência de vegetação ribeirinha, causada pela forte pressão urbanística e agrícola junto às margens.

Por fim, o índice RGPB indica que todos os troços apresentam elevadas perturbações ao nível da biodiversidade (V – catastrófico).

Com base neste resultado, conclui-se que há necessidade de restabelecer o habitat ribeirinho ripícola junto à linha de água. Para tal, é necessário iniciar um processo de reabilitação da ribeira.

5.5.5 RISCO DE PERDA DE ESPAÇO

O risco de perda de espaço realça as fortes pressões urbanísticas, sociais e agrícolas, evidenciando a elevada ocupação do espaço natural pelo leito e seres vivos que nele habitam.

As principais funções do espaço ribeirinho podem resumir-se em termos de: Habitat (p. ex: espécies autóctones); Condutor (p. ex: ictiofauna); Barreira e obstáculo (p. ex: anfíbios); Filtro (p. ex: nutrientes); Dispersão (p. ex: sementes e alimento); Refúgio (p. ex: aves); Estabilizador (p. ex: retenção de sedimentos); Económica (p. ex: madeira e plantas medicinais); Lazer e paisagem (p. ex: praias fluviais).

Método

Apesar de estar directamente relacionado com outros riscos, para a avaliação deste risco teve-se como principal objectivo quantificar todas as estruturas existentes ao longo de cada troço.

Para tal, foi efectuado um levantamento de todo o leito do rio, recorrendo ao levantamento topográfico e a ortofotomapas. De seguida, a medição das áreas e comprimentos no Autocad, permitir quantificar os índices da Tabela 5.19 (adaptado de ACA, 2006).

Tabela 5.19 Índices caracterizadores do risco de perda de espaço.

Índices
Número de Estruturas
Número de Estruturas (%)
Número de margens artificiais
Comprimento de margens artificiais
Margens artificiais (%/total)
Margens artificiais (%/troço)
Número de pontes/pontões
Canalização total (m)
Canalização total (%/total)
Canalização total (%/troço)
Comprimento total (paralelamente ao rio)
% Troço com estruturas (paralelamente ao rio)
% Troço com estruturas (paralelamente ao rio)

Após efectuada a medição dos índices acima mencionados, procedeu-se à avaliação dos mesmos, recorrendo à Tabela 5.20.

Esta tabela pretende fazer uma análise global à distribuição das estruturas presentes no leito e nas margens, às correspondentes densidades por 100 metros de extensão da ribeira e às percentagem de troços entubados (canalizados). A avaliação deve ter em consideração a dispersão das estruturas no espaço ribeirinho. Para tal, deve-se fazer a sua representação em mapas ou esquemas ilustrativos.

Tabela 5.20 Classificação por categorias das estruturas

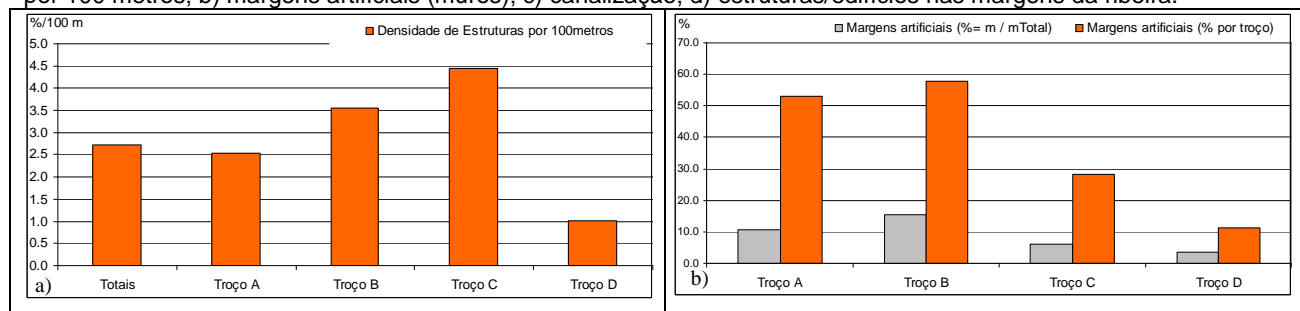
Categoria	Denominação	Densidade/ 100 metros	Margens Artificiais % (muros)	Canalização (entubamento) total	Estruturas/ edifícios – longitudinal %
I	Desprezível	<0.5%	<5%	<0.5%	0-1%
II	Marginal	0.5 a <1%	5-12%	0.5-1%	1-5%
II	Crítica	1-5%	12-25%	1-5%	5-12%
IV	Catastrófica	>5%	>25%	>5%	>12%

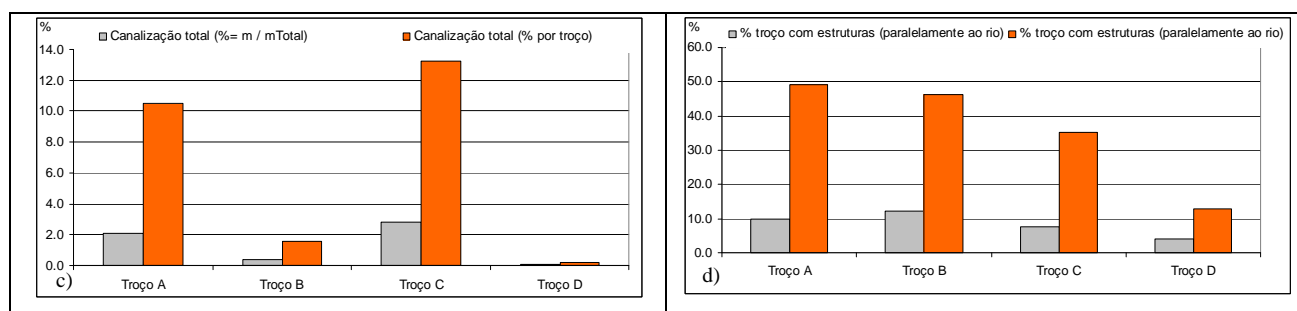
Tabela 5.21 Resumos das principais estruturas encontradas na ribeira da Certagem

Índices	Totais	Troço A	Troço B	Troço C	Troço D
Comprimento dos troços	4956.0	985.3	1321.7	1057.9	1591.1
Número de Estruturas	135.0	25.0	47.0	47.0	16.0
Densidade de Estruturas por 100 metros	2.7	2.5	3.6	4.4	1.0
Número de margens artificiais	38.0	9.0	16.0	9.0	4.0
Comprimento de margens artificiais	1766.4	523.5	763.3	299.1	180.5
Margens artificiais (%/troço)	35.6	53.1	57.8	28.3	11.3
Número de pontes/pontões	25.0	4.0	5.0	12.0	4.0
Canalização total (m)	266.5	103.5	20.3	139.9	2.8
Canalização total (%/troço)	5.4	10.5	1.5	13.2	0.2
Comprimento total (paralelamente ao rio)	3347.3	969.5	1225.9	744.0	407.9
% /total com estruturas (paralelamente ao rio)		9.8	12.4	7.5	4.1
% /troço com estruturas (paralelamente ao rio)	33.8	49.2	46.4	35.2	12.8

Para os troços em estudo, verifica-se uma elevada pressão urbanística e de artificialização das margens ribeirinhas. Assim, o índice “densidade de estruturas por 100 metros” mostra que todos os troços apresentam nível “crítico”. O índice “margens artificiais” apresenta o nível “catastrófico” devido a construções de muros ao longo das margens. Por sua vez, o índice “entubamento” apresenta a nível global o resultado “catastrófico” e o mesmo resultado nos troços A e C, já o troço B apresenta nível “crítico” e o troço D o resultado “desprezível”. Por fim, na categoria “estruturas/edifícios” obteve-se em todos os troços o resultado “catastrófico”.

Tabela 5.22 Resumo das densidades de estruturas presentes na ribeira da Certagem: a) densidade de estruturas por 100 metros; b) margens artificiais (muros); c) canalização; d) estruturas/edifícios nas margens da ribeira.





Da análise da Tabela 5.22 observa-se uma elevada densidade de estruturas no leito de cheia, onde se destaca o troço C com a maior densidade e maior percentagem de canalização (entubamento). Por outro lado, salienta-se o troço D, que apresenta menores índices de artificialização.

Verifica-se igualmente que a ribeira da Certagem apresenta margens artificializadas em 35%. Este resultado representa uma elevada perda de conectividade transversal, o que promove uma perda de habitat para as espécies ripícolas.

Esta avaliação não teve em consideração a dispersão das estruturas no espaço limítrofe da linha de água, contudo, esta poderá ser observada em pormenor em anexo no levantamento topográfico (Anexos A10 e A12).

5.5.6 RISCOS ANTROPOGÉNICOS

Efeitos, processos, objectos ou materiais antropogénicos são aqueles derivados de actividades humanas, em oposição àqueles que ocorrem em ambientes naturais sem influência humana.

Este termo é muitas vezes utilizado no contexto de externalidades ambientais na forma de resíduos químicos ou biológicos que são produzidos como subprodutos de actividades humanas. Por exemplo, é largamente aceite que a produção de dióxido de carbono é o factor principal por detrás da alteração climática de origem antropogénica (INAG, 2005).

Este risco expressa a pressão humana exercida sobre o rio ou ribeiro, e deve estar associado ao relatório de síntese onde se identificam as principais vulnerabilidades e pressões.

Para a avaliação deste risco para além das vulnerabilidades descritas na *checklist*, a que mais se impõe é, logicamente, a poluição. E a melhor forma de a avaliar é sem dúvida através da análises físico-químicas, método que, no momento de avaliação, apresenta dados normalmente consistentes com o estado de qualidade da água (Tabela 5.23).

Tabela 5.23 Classes de qualidade da água e seu significado com cores para utilizar em representações cartográficas .(INAG, 2005)

CLASSE		NÍVEL DE QUALIDADE DA ÁGUA
A	Excelente	Águas com qualidade equivalente às condições naturais, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.
B	Boa	Águas com qualidade ligeiramente inferior à classe A , mas podendo também satisfazer todas as utilizações.
C	Razoável	Águas com qualidade "aceitável", suficiente para irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes), mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto directo.
D	Má	Águas com qualidade "mediocre". Apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória.
E	Muito Má	Águas extremamente poluídas e inadequadas para a maioria dos usos.

Alguns dos parâmetros importantes para caracterizar problemas de origem agrícola não estão contemplados na metodologia proposta pela INAG (2005). Assim comparam-se os parâmetros físico-químicos com o DL 236/98 de acordo com Tabela 5.24.

Tabela 5.24 Classificação de parâmetros físico-químicos segundo o DL 236/98, de 1 de Agosto.

PARÂMETROS	VMR*	VMA*	VMR**
Turvação	0.4	4	
Alcalinidade		30	
Cloretos			250
Ferro	50	200	
Sulfatos			250
* DL n.º 236/98, de 1 Agosto, Anexo VI - Qualidade da água para consumo Humano			
** DL n.º 236/98, de 1 Agosto, Anexo XXI - Objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais			

Resultados de aplicação à ribeira da Certagem

Os resultados obtidos e a correspondente análise para cada um dos pontos de amostragem foram já mostrados no subcapítulo 4.3.5.

A qualidade global da água foi classificada como “muito má”.

Os parâmetros com piores resultados foram os coliformes totais, fecais e estreptococos. O que indica a presença de descargas de águas residuais de proveniência fecal, de origem animal e humana. O troço que apresentou a nível físico-químico pior qualidade foi o troço D, uma vez que neste lugar ocorriam várias descargas de efluentes.

5.5.7 RESUMO DOS RESULTADOS DOS RISCOS ASSOCIADOS AOS TROÇOS EM ESTUDO

A tabela 5.27 apresenta a síntese dos principais índices estudados e aplicados à ribeira da Certagem.

Nesta tabela destaca-se a diversidade de métricas de aplicação associadas a cada risco.

Tabela 5.25 Resultados da classificação dos riscos na ribeira da Certagem

Risco	Parâmetros	Classificação dos locais			
		A	B	C	D
Cheias (período de Retorno=50 anos)					
	Área urbana % Sobre o troço	<div><div></div>14.1</div>	<div><div></div>8.4</div>	<div><div></div>11.5</div>	<div><div></div>2.7</div>
	Área agrícola % Sobre o troço	<div><div></div>83.9</div>	<div><div></div>76.6</div>	<div><div></div>77.9</div>	<div><div></div>59.6</div>
	Área urbana+agrícola %do troço	<div><div></div>98.0</div>	<div><div></div>85.1</div>	<div><div></div>89.4</div>	<div><div></div>62.3</div>
Secas					
	Ausência de corrente	<div><div></div>Sim</div>	<div><div></div>Sim</div>	<div><div></div>Sim</div>	<div><div></div>Sim</div>
Erosão					
	GQC	<div><div></div>Grande alteração</div>	<div><div></div>Grande alteração</div>	<div><div></div>Grande alteração</div>	<div><div></div>Grande alteração</div>
	Tipo geomorfológico	<div><div></div>- III</div>	<div><div></div>- III</div>	<div><div></div>- III</div>	<div><div></div>- III</div>
Perda de Biodiversidade					
	QBR	<div><div></div>- V</div>	<div><div></div>- V</div>	<div><div></div>- V</div>	<div><div></div>- V</div>
	RQI	<div><div></div>- V</div>	<div><div></div>- V</div>	<div><div></div>- V</div>	<div><div></div>- V</div>
	IB	<div><div></div>3-Má</div>	<div><div></div>3-Má</div>	<div><div></div>3-Má</div>	<div><div></div>2- Muito Má</div>
	EPT (%)	<div><div></div>0</div>	<div><div></div>0</div>	<div><div></div>0</div>	<div><div></div>0</div>
	AD (%)	<div><div></div>98.2</div>	<div><div></div>93.6</div>	<div><div></div>98.5</div>	<div><div></div>100</div>
Perda de Espaço (Infra-estruturas)					
	Densidade de Estruturas por 100 metros	<div><div></div>2.5</div>	<div><div></div>3.6</div>	<div><div></div>4.4</div>	<div><div></div>1.0</div>
	Margens artificiais (%/troço)	<div><div></div>53.1</div>	<div><div></div>57.8</div>	<div><div></div>28.3</div>	<div><div></div>11.3</div>
	Número de pontes/pontões	<div><div></div>4.0</div>	<div><div></div>5.0</div>	<div><div></div>12.0</div>	<div><div></div>4.0</div>
	Número de colectores*	<div><div></div>4</div>	<div><div></div>2</div>	<div><div></div>5</div>	<div><div></div>0</div>
	Canalização total (%/troço)	<div><div></div>10.5</div>	<div><div></div>1.5</div>	<div><div></div>13.2</div>	<div><div></div>0.2</div>
Antropogénicos (poluição)					
	Qualidade da Água	<div><div></div>E</div>	<div><div></div>E</div>	<div><div></div>E</div>	<div><div></div>E</div>

Da análise dos riscos em estudo observa-se que a ribeira da Certagem está com **elevado risco** de erosão; de perda de biodiversidade; de perda de espaço e de efeitos antropogénicos (poluição).

A metodologia proposta mostrou-se sensível às diferentes pressões existentes, nomeadamente ao longo dos diferentes troços. E também representativa de elevada pressão de usos ao longo das suas margens pelas diferentes actividades, nomeadamente, agricultura, infra-estruturas, vias de comunicação, descargas de efluentes e problemas globais de poluição.

Os diferentes índices devem ser testados em outros rios e ribeiras para verificar a sua sensibilidade a diferentes casos e aferir as escalas propostas.

O estado geral traçado por estes índices não deixa dúvidas relativamente à necessidade urgente de desenvolver um processo de reabilitação da ribeira da Certagem. Estes indicadores poderão ser utilizados durante e após a implementação deste processo.

6

CONCLUSÕES

Os rios e as ribeiras, em Portugal, apresentam inúmeros problemas. Esta dissertação foi desenvolvida e orientada para contribuir para a avaliação das suas vulnerabilidades e riscos, no sentido de auxiliar o processo de decisão e priorização de projectos integrados, procurando desenvolver uma metodologia que poderá contribuir para a concepção de uma estratégia de reabilitação de rios e ribeiras.

O presente estudo iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica acerca dos estudos das técnicas de avaliação de riscos e vulnerabilidades, dos princípios da reabilitação ribeirinha, do enquadramento legal a nível nacional e da investigação de metodologias de caracterização e avaliação de rios e ribeiras.

De seguida, fez-se a identificação e tipificação das principais metodologias caracterizadoras do sistema fluvial em espaços edificados, no sentido de adquirir conhecimento acerca dos objectivos, âmbitos, parâmetros, processos e ferramentas generalizadamente utilizadas para este fim. Nomeadamente diferentes técnicas de análise de vulnerabilidades de riscos.

Após reflexão e comparação dos diversos métodos de caracterização de rios e ribeiras, seleccionou-se a ribeira da Certagem para a sua implementação. Na escolha da ribeira teve-se em consideração a localização geográfica (área metropolitana do Porto), a heterogeneidade do uso das zonas marginais e a diversidade de zonas rurais, áreas urbanas e zonas industriais, para além da forte pressão a que está sujeita.

Posteriormente, realizaram-se saídas de campo na ribeira da Certagem para se proceder à aplicação das metodologias, no sentido de testar a sua exequibilidade dentro do contexto nacional e a possibilidade de serem utilizadas em tempo útil, tendo sempre como objectivo o processo posterior de reabilitação. Após a análise destes resultados, seleccionaram-se alguns dos índices que poderão vir a ser aplicados em processos de reabilitação fluvial.

Com base na utilização em campo de uma ficha de caracterização, juntamente com os índices e parâmetros adequados a processos de reabilitação, e tendo em conta a rapidez e baixo custo, esquematizou-se uma proposta de uma metodologia de caracterização e análise de vulnerabilidades e riscos em espaço fluvial.

Os índices resultantes da aplicação do novo método à ribeira da Certagem foram concordantes com as observações feitas e os riscos estudados (cheias, secas, erosão, perda de biodiversidade, perda de espaço, antropogénicos), pelo que aparentam ser úteis e eficazes para caracterizar os efeitos das pressões, usos e tipologias de utilização do espaço. O estado geral traçado leva a concluir que existe uma necessidade urgente de desenvolver um processo de reabilitação da ribeira da Certagem. Estes indicadores poderão ser utilizados durante e após a implementação deste processo.

Conclui-se, assim, que a proposta elaborada é constituída por uma grande diversidade de parâmetros, onde se teve em conta a facilidade de registo, os baixos custos, permitindo dar continuidade à

investigação nesta área. Há necessidade de conhecer melhor o envolvimento da população nestes processos de reabilitação; desenvolver estratégias com vista à reabilitação fluvial; caracterizar adequadamente o espaço com levantamentos topográficos; construir e implementar um sistema de informação geográfico para as zonas ribeirinhas e, realizar acções de educação e formação ambiental indutoras de comportamentos com vista à preservação dos sistemas ribeirinhos.

A avaliação dos riscos encontra-se ainda em desenvolvimento, pelo que necessita de se realizar um maior número de estudos de caso onde se poderá testar a sensibilidade e a aplicabilidade do método e agregar a diversidade das tipologias dos recursos hídricos.

Com esta tese, confirmou-se que o sistema ribeirinho responde a inúmeras necessidades humanas e bióticas, nem sempre compatíveis, o que dificulta a gestão deste limitado recurso natural. Por tal, é importante implementar uma metodologia de caracterização de vulnerabilidades e riscos para obter-se uma melhoria efectiva dos recursos hídricos em Portugal.

Este estudo visou contribuir para esse objectivo, e nomeadamente para a implementação da DQA, o cumprimento da legislação em vigor, nacional e comunitária, a melhoria dos processos de avaliação e a monitorização de rios e ribeiras em suma, contribuir para o processo de reabilitação de rios e ribeiras, para a qualidade de vida das populações e para a sustentabilidade.

BIBLIOGRAFIA

- AGÊNCIA DE ÁGUA CATALÃ – ACA (2006). **Directiva Marco del Agua en Cataluña.**
- AGUIAR, Laís Alencar (2003). **Metodologias de Análise de Riscos APP & HAZOP.** Rio de Janeiro [s.n.].
- AGUILO, Miguel Alonso [et. al] (2004). **Guia para la elaboración de studios del medio físico – Contenido y metodologia.** 5ª ed. [S.l.], Centro de publicaciones Secretaria General Técnica Ministério de Médio Ambiente: Espanha. ISBN: 84-8320-286-7.
- ALBA-TORCEDOR, J. (1996). "IV Simposio del Agua en Andalucia – SIAGA: Macroinvertebrados Acuáticos y Calidad de las Aguas de los Rios". Almeria, , p. 203-213.
- ANDREASEN, J. K. [et al.], (2001). **Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity – Ecological Indicators.** [S.l.: s.n.].
- ANGERMEIER, P. L., KARR, J. R. (1994). **Biological integrity versus biological diversity as policy directives. Protecting biotic resources.** [S.l.], editora BioScience.
- AVISO n.º 12677/2000 (2.ª série). DR 194 SÉRIE II de 2000-08-23.
- AVISO n.º 266/99. DR 296/99 SÉRIE I-A de 1999-12-22.
- BARBOUR, M. T. [et al.], (1999). **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish.** 2ª ed.. Environmental Protection Agency – EPA, Washington: editora Office of Water.
- BEJA, P.R. (1995) – **Patterns of availability and use of resources by otters (Lutra lutra) in southwest Portugal.** Universidade de Filosofia Aberdeen: Sctoland. Tese de doutoramento.
- CABECINHA, E. (2002) – **Aplicações da modelação Estocástico-Dinâmica na avaliação da Integridade Ecológica de Rios do Nordeste de Portugal.** Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Tese de Mestrado.

- CÂMARA INTEGRA FRENTE RIBEIRINHA NUM SÓ PLANO. Jornal de Notícias. ID 21121113. (22.Jun.2008).
- CORTES, R. M. V. (1998). **Funções da vegetação ribeirinha e o seu papel na Reabilitação física e fisiológica dos rios**. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- CORTES, R. M. V. (2001a). **Funções da Vegetação Ribeirinha e o seu Papel na Reabilitação Física e Fisiológica dos Rios**. Comunicação escrita cedida no âmbito da disciplina de Ordenamento das Bacias Hidrográficas da licenciatura em Engenharia Ambiental e dos recursos Naturais. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- CORTES, R. M. V. (2001b). **Intervenção em áreas ribeirinhas como agente de recuperação em rios degradados**. Comunicação escrita cedida no âmbito da disciplina de Ordenamento das Bacias Hidrográficas da licenciatura em Engenharia Ambiental e dos recursos Naturais. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila-Real.
- DALE, V. H., BEYELER, S. C. (2001). **Challenges in the development and use of ecological indicators – Ecological Indicators**. [S.l.: s.n.], p. 1, 3-10.
- DE CICCIO, Francesco M.G.A.F., FANTAZZINI, Mario Luiz (1994). **Tópicos especiais de gerência de riscos**. Vol. 1-6. São Paulo.
- DE CICCIO, Francesco M.G.A.F., FANTAZZINI, Mario Luiz. **A identificação e a análise de riscos**. Protecção - suplemento especial n. 2 (28.Abr.1994), São Paulo.
- DE CICCIO, Francesco M.G.A.F., FANTAZZINI, Mario Luiz. **A identificação e a análise de riscos II**. Protecção - suplemento especial n. 3 (29.Mai.1994), São Paulo.
- DE CICCIO, Francesco M.G.A.F., FANTAZZINI, Mario Luiz. **A identificação e a análise de riscos III**. Protecção - suplemento especial n. 4 (30.Jun.1994), São Paulo.
- DE CICCIO, Francesco M.G.A.F., FANTAZZINI, Mario Luiz. **Avaliação de riscos**. Protecção - suplemento especial n. 5 (31.Jul.1994), São Paulo.
- DECRETO do Presidente da República n.º 74/97. DR 289/97 SÉRIE I-A de 1997-12-16.
- DECRETO LEGISLATIVO REGIONAL n.º 19/2003/A. DR 95 SÉRIE I-A de 2003-04-23.
- DECRETO REGULAMENTAR n.º 18/2002. DR 66, Série I - B, de 19/03/2002.
- DECRETO-LEI n.º 107/2001. DR 209 SÉRIE I-A de 2001-09-08.
- DECRETO-LEI n.º 107/2001. DR 209 SÉRIE I-A de 2001-09-08.
- DECRETO-LEI n.º 11/87. DR 81/87 SÉRIE I de 1987-04-07.
- DECRETO-LEI n.º 152/97. DR 139/97 SÉRIE I-A de 1997-06-19.

- DECRETO-LEI n.º 164/97. DR 146/97 SÉRIE I-A de 1997-06-27.
- DECRETO-LEI n.º 194/2000. DR 192 SÉRIE I-A de 2000-08-21.
- DECRETO-LEI n.º 197/2005. DR 214 SÉRIE I-A de 2005-11-08.
- DECRETO-LEI n.º 226-A/2007. DR 105 SÉRIE I 2º SUPLEMENTO de 2007-05-31.
- DECRETO-LEI n.º 235/97. DR 203/97 SÉRIE I-A de 1997-09-03.
- DECRETO-LEI n.º 236/98. DR 176/98 SÉRIE I-A de 1998-08-01.
- DECRETO-LEI n.º 243/2001. DR 206 SÉRIE I-A de 2001-09-05.
- DECRETO-LEI n.º 254/2007, (07-07-12), no artigo 2º, alínea j.
- DECRETO-LEI n.º 261/2003. DR 244 SÉRIE I-A de 2003-10-21.
- DECRETO-LEI n.º 364/98. DR 270/98 SÉRIE I-A de 1998-11-21.
- DECRETO-LEI n.º 468/71. DR 260/71 SÉRIE I de 1971-11-05.
- DECRETO-LEI n.º 59/99. DR 292/99 SÉRIE I-A de 1999-12-17.
- DECRETO-LEI n.º 69/2000. DR 102 SÉRIE I-A de 2000-05-03.
- DECRETO-LEI n.º 70/90. DR 51/90 SÉRIE I de 1990-03-02.
- DECRETO-LEI n.º 112/2002. DR 90, Série I - A, de 17/04/2002.
- DECRETO-LEI n.º 164/2001.
- DECRETO-LEI n.º 192/89. D.R. I Série. 131 (89-06-08) 2254-2257.
- DECRETO-LEI n.º 45/94. DR 44, Série I - A, de 22-02-94.
- DIRECTIVA 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (23.Out.2000).
- DIRECTIVAS 91/271/CEE (alterada pela Directiva 98/15CE) e 91/676/CE.
- DR 11 SÉRIE I-A de 2006-01-16.
- DR 219 SÉRIE I-A de 2005-11-15.
- ECOLOGICAL RESEARCH STRATEGY (Jun.98). Office of Research and Development.
EPA/600/R-98/086 U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA (2008). U. S., (www.epa.gov).
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group – FISRWG, (Out.2001), **Stream Corridor Restoration: Principles, Processes and Practices**. ISBN: 0-934213-59-3.

- FEDERAL REGISTER 63(93):26846-26924), (14.Mai.98). **Guidelines for Ecological Risk Assessment**. EPA/630/R-95/002F (Abr.98). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- GRANDE DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA (2004). Porto Editora. ISBN-13: 978-972-0-05000-7.
- Guia Técnico – Segurança e Higiene no Trabalho** (2007). Vol. III – Análise de Riscos. O portal da Construção.
- Guthrie, V. H., WALKER, D. A. (2002). **Modeling Risk**. Risk Consulting Division, Knoxville.
- HESS, G. R., FISCHER, R. A. (2001). **Communitating clearly about conservation corridors**. Elsevier, **Landscape and Urban Planning**. [S.l.: s.n.], p. 55, 195-208.
- ICN, (2007). O Glossário "**Cento e Picos Termos sobre Conservação da Natureza**". www.icn.pt
- INSTITUTO NACIONAL DA ÁGUA – INAG (2005). **Relatório Síntese sobre a caracterização das regiões hidrográficas prevista na Directiva – Quadro da Água**. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- JUNIOR, H. P. , COSTA, H. G., HADDAD, A. N. (2000) **Integração de Técnicas de Gerenciamento de Riscos e Análise Multi Critério à Análise de Falhas**
- KARR, J. R. (1998). **Rivers as sentinels: using the biology of rivers to guide landscape management**. New York: editora Springer-Verlag, p. 502-528.
- LOHANI, Bindu N. (1997). **Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia**. Vol. 1. [S.l.: s.n].
- MELO, C. H., Júnior, J. S., Morgado, C. R., (2002). **Avaliação de Riscos para Priorização do Plano de Segurança**. Congresso Nacional de Excelência em Gestão – Niterói – RJ.
- MENDES, Juliana Marina Moreira (2008). **Linhas para a elaboração de um plano de minimização dos riscos de seca em zonas com escassez de recursos hídricos – O caso da margem esquerda do Guadiana**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Engenharia Civil, especialização em Hidráulica. Tese de Mestrado.
- MORGADO, C. R. (2000). **Gerência de Riscos**. Rio de Janeiro - CEGRAC
- NORMA Europeia EN 1473:1997.
- NORMA Experimental Espanhola UNE 150008:EX:2000.
- NP 405-1. 1995, Informação e Documentação, 1995. IPQ.
- MAIA, 2005. **Apontamentos fornecidos nas aulas de Hidrologia e Recursos Hídricos**. FEUP.

- OLIVEIRA, Daniel Gustavo Moreira Oliveira (2006) – **Metodologia de Reabilitação Fluvial Integrada – O caso do rio Estorãos na paisagem protegida das lagoas de Bertandos e S. Pedro D’arcos**. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – Tecnologia Ambiental. Tese de Mestrado.
- PEREIRA, José Leite (28.Fev.2008). **Mau tempo – Buscas prosseguem em Belas – Mulher arrastada para a ribeira do Jamor continua desaparecida**. Jornal de Notícias.
- PORTARIA n.º 1100/2004. DR 208 SÉRIE I-B de 2004-09-03.
- PORTARIA n.º 123/2002. DR 33 SÉRIE I-B de 2002-02-08.
- PORTARIA n.º 330/2001. DR 78 SÉRIE I-B de 2001-04-02.
- PORTARIA n.º 462/2000 (2.ª série). DR 72 SÉRIE II de 2000-03-25.
- PORTARIA n.º 573/2001. DR 131 SÉRIE I-B de 2001-06-06.
- PORTARIA n.º 833/2005. DR 179 SÉRIE I-B de 2005-09-16.
- PROJECTO RIOS (2008). **Manual de Monitorização – Inspeção Básica de RIOS**:Programa Operacional Ciência Inovação 2010 – Ministério da Ciência, Inovação e Ensino Superior. Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica.
- RAVEN, P. J. [et al.], (1998). **River Habitat Quality: the physical character of river ans streams in the UK and Isle of Man**. [S.l.: s.n.].
- RESOLUÇÃO da Assembleia da República n.º 71/97. DR 289/97 SÉRIE I-A de 1997-12-16.
- RESOLUÇÃO do Conselho de Ministros n.º 25/99. DR 81/99 SÉRIE I-B de 1999-04-07.
- RIVER HABITAT SURVEY – RHS (2003). **Field Survey Guidance Manual**. U.K. e Irlanda. Asiantaeth yr Amgylchedd, Environment Agency.
- RIVER HEALTH PROGRAMME – RHP (2003). South African, (www.riverhealth.co.za).
- SANTOS, M. G. S. (2002). **Desenvolvimento de um modelo estocástico-dinâmico para previsão de respostas da comunidade de passeriformes nidificantes face à expansão da cultura intensiva da oliveira na região da terra quente transmontan**. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. Tese de Mestrado.
- SARAIVA, M. G. A. N. (1999). **O Rio Como Paisagem: Gestão de corredores no quadro do ordenamento do território**. Lisboa: editora Fundação Calouste Gulbenkian.
- SOARES DA COSTA (2008). **Sistema de Gestão da SST – IPACR**. Porto.
- SUTER, G.W. (2007). **Ecological Risk Assessment**. CRC Press. Second Edition.

- TÁNAGO, M. G., JALÓN, D. G. (1998). **Restauración de ríos y Ribeiras**, Madrid: Editora Mundi-Prensa.
- TÁNAGO, Marta González (2006). **Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el context de la directive marco del agua.**
- TEIGA, Pedro Miguel (2003) – **Reabilitação de Ribeiras em Zonas Edificadas**. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais. Tese de Mestrado.
- TEIGA, Pedro Miguel., VELOSO-GOMES, Francisco, (2007), **A participação pública na reabilitação de rios e ribeiras chacim (Macedo de Cavaleiros)**. II Congresso sobre restauración de rios y humedales, Tarragona (Espanha), 15pp
- TOWNSEND, C. R., RILEY, R. H. (1999). **Assessment of river health: accounting for perturbation pathways in physycal and ecological space**. [S.l.], editora Freshwater Biology. 41, 393-405.
- VELOSA, Joana N. B. C. (2007) – **Definição de uma metodologia para a avaliação de riscos ambientais, no âmbito da directiva Seveso II - Aplicação a um caso prático**. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa – Engenharia do Ambiente. Tese de Mestrado.
- WOLTERS, H. A., PLATTEEUW, M., SCHOOR, M. M. (2001). **Guidelines for Rehabilitation and Management of Floodplains ecology and safety combined**, Riza report.
- ROY B., SONIA A., LUKE B., ENAMUL H. (2007). **Socioeconomic Vulnerability and Adaptation to Environmental Risk: A Case Study of Climate Change and Flooding in Bangladesh**. Risk Analysis, Vol. 27, No. 2.

ANEXOS

A1 - TABELA DE MATERIAL DE CAMPO

Material de campo (Macedo de Cavaleiros – Maia - Gaia)	
Quant.	
6x2	Frascos de amostras de água (Bacteriológicas/Físico-Químicas)
2	Fita métrica 25m
1	Rede de Macroinvertebrados
3	Frascos álcool a 70% - Macroinvertebrados
3	Frascos água - Macroinvertebrados
2	Tabuleiros brancos
1	Balde
6	Sacos verdes
<input type="checkbox"/>	Arcas termos
<input type="checkbox"/>	Botas
<input type="checkbox"/>	Rolo de plástico - plantas
<input type="checkbox"/>	Luvas
<input type="checkbox"/>	Laranja, rolha
<input type="checkbox"/>	Régua graduada – madeira
<input type="checkbox"/>	Máquina fotográfica
<input type="checkbox"/>	Binóculos
<input type="checkbox"/>	Oxímetro
<input type="checkbox"/>	pH
<input type="checkbox"/>	Temperatura
<input type="checkbox"/>	Condutividade
<input type="checkbox"/>	Papel higiénico
<input type="checkbox"/>	Garrafa de água
<input type="checkbox"/>	Clinómetro
<input type="checkbox"/>	Tabelas de Campo
<input type="checkbox"/>	Equipamento de pronto-socorro

A2 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO DO RHS

FICHA DE CAMPO REFERENTE À ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM E1 (Referência)

1 – DETALHES DA AMOSTRAGEM

RIO DATA HORA

LOCAL

CONCELHO FREGUESIA

Observações:

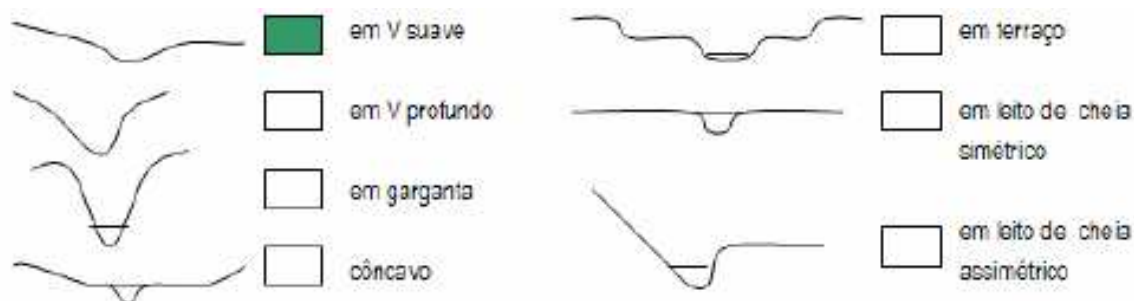
Local de amostragem: MARGEM ESQUERDA; MARGEM DIREITA; CANAL

Corrente: AUSENTE/PRESENTE; AUSENTE > 66%; PRESENTE > 66%

2 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Prof. em > 50% sup. (m)		Temperatura °C	
Prof. máxima (m)		pH	
Velocidade média (m.s-1)		O.D. (mg.L-1)	
Velocidade máxima (m.s-1)		O.D. (%)	
Largura do leito aparente (m)		Turvação	
Largura do canal (m)		Condutividade (µS.cm-1)	
Altura do canal (m)			
Turvação: 0 - muito turva 1 – turva; 2 – ligeiramente turva; 3 – límpida			

3 – FORMA PREDOMINANTE DO VALE



4 – ATRIBUTOS FÍSICOS

SUBSTRATO (%)

	Blocos	Calhaus R.	Seixos	Gravilhas	Areias	Limos	Argila	Vasa	Solo	Artificial
Canal										

Observações: blocos>50cm;

USO DO SOLO MARGINAL ATÉ 5 METROS DA MARGEM (A - ausente; P - presente; E > 33%)

	Floresta e Tipo		M. Rast	M. Alto	Pastag.	Z. Húm	Agricol	Z. Urb.	Outro
M.E..									
M.D.									

* Floresta – *Alnus glutinosa*, *Salix atrocinerea*, *Quercus robur*, *Pinus pinaster*, *Eucalyptus globulus* e *Acacia melanoxylon*.

USO DO SOLO MARGINAL NO VALE (A - ausente; P - presente; E > 33%)

	Floresta e Tipo		M. Rast	M. Alto	Pastag.	Z. Húm	Agricol	Z. Urb.	Outro
M.E..									
M.D.									

* Floresta – *Eucalyptus globulus*, *Acacia melanoxylon*, *Pinus pinaster*, *Quercus robur*.

TIPO DE ESCOAMENTO (A - ausente; P - presente; E > 33%)

Fácies Lótico	
Fácies Lêntico	

Riffle	
Run	
Pool	
Outro	

ALTERAÇÕES DE PORMENOR NAS MARGENS (A - ausente; P - presente; E > 33%)

	Não	Reduz.	Estrut.	Past.	Pisot.	Ext. Inert	Lixo	Cortes	Regul.
M.E.									
M.D.									

PERFIL DAS MARGENS (A - ausente; P - presente; E > 33%)

	Vertical/Escavado	Vertical+Pé	Decl.>45%	Suave	Composto	Outro
M.E.						
M.D.						

CARACTERÍSTICAS ASSOCIADAS À VEGETAÇÃO ARBÓREA (A - ausente; P - presente; E > 33%)

	Ensombramento	Veg. s/água	Raízes expostas	Raízes submersas	Árv. caídas	Bloq. Veg.
M.E.						
M.D.						

TIPO DE VEGETAÇÃO HERBÁCEA DO CANAL (A- ausente; P- presente; E> 33%)

	M/L	EM/NG	EM/G	FLT/R	FLT/L	Sub/FL	Sub/FIL	Algas
Canal								

Legenda: M/L – helófitos; musgos e líquenes; EM/NG – emergentes não graminóides; EM/G – emergentes graminóides; FLT/R –

flutuantes enraizadas; FLT/L – flutuantes livres; Sub/FL – submersas de folha larga; Sub/FIL – submersas filiformes.

TIPO E ABUNDÂNCIA DE MATÉRIA ORGÂNICA BENTÓNICA (1 mín. a 5 máx.)

CPOM (>1mm)	
FPOM (<1mm)	
Folhas e troncos de árvores	
Detritos de dimensões médias	
Materiais finos orgânicos misturados com areias	
Lodo anaeróbico	
Algas verdes filamentosas	
Algas verdes flutuantes	
Algas castanhas filamentosas	
Algas castanhas flutuantes	

Observações: folhada, raminhos, cápsulas de Eucalipto.

5 – ABUNDÂNCIA E TIPO DE ABRIGOS

	0	1	2	3
Macrófitos submersos				
Macrófitos emergentes				
Abrigos rochosos				
Substrato grosseiro				
Abrigos lenhosos				
Outros				

Legenda: 0 – inexistente; 1 – presença; 2 – abundante; 3 – Muito abundante

Outros: raízes submersas e expostas.

CLASSIFICAÇÃO DA ZONA RIBEIRINHA DOS ECOSISTEMAS FLUVIAIS - ÍNDICE QBR

Esta classificação deve ser aplicada a toda a zona ribeirinha dos rios (margem e encostas propriamente dito). Zonas inundadas periodicamente pelas cheias e caudais máximos);

Os cálculos serão realizados sobre a área que apresenta uma potencialidade de suportar uma massa vegetal nas encostas. Não se contemplam as zonas com substrato duro onde não é possível enraizar uma massa vegetal permanente.

Estação
Classificação

A pontuação de cada uma das 4 características não pode ser negativa nem exceder os 25 pontos

1 – Grau de cobertura da zona ribeirinha Pontuação entre 0 e 25

<i>Pontuação</i>
25 > 80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha (as plantas anuais não se contabilizam)
10 50-80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha
5 10-50% de cobertura vegetal da zona ribeirinha
0 < 10% de cobertura vegetal da zona ribeirinha
+10 Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é total
+5 Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é superior a 50%
-5 Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é entre 25 e 50%
-10 Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é inferior a 25%

2 – Estrutura da cobertura (contabiliza-se toda a zona ribeirinha) Pontuação entre 0 e 25

Pontuação
25 Cobertura de árvores superior a 75%
10 Cobertura de árvores entre 50 e 75% ou cobertura de árvores entre 25 e 50% e no resto da cobertura os arbustos superam os 25%
5 Cobertura de árvores inferior a 50% e o resto da cobertura com arbustos entre 10 e 25%
0 Sem árvores y arbustos abaixo dos 10%
+10 Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é superior a 50%
+5 Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é entre 25 e 50%
+5 Se existe uma boa conexão entre a zona de arbustos e árvores com um sub-bosque
-5 Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é > 50%
-5 Se as árvores e arbustos se distribuem em manchas, sem uma continuidade
-10 Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é < 50%

3 – Qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo morfológico da zona ribeirinha*) Pontuação entre 0 e 25

Pontuação Tipo1 Tipo 2 Tipo 3
25 Número de espécies diferentes de árvores autóctones > 1 > 2 > 3
10 Número de espécies diferentes de árvores autóctones 1 2 3
5 Número de espécies diferentes de árvores autóctones - 1 1 - 2
0 Sem árvores autóctones
+10 Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio, uniforme e ocupando > 75% da zona ribeirinha (em toda a sua longitude)
+5 Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio (entre 50 – 75% da zona ribeirinha)
+5 Se existe uma disposição em galeria de diferentes comunidades
+5 Se o número de espécies diferentes de arbustos é: > 2 > 3 > 4
-5 Se existem estruturas construídas pelo homem
-5 Se existe alguma espécie de árvore introduzida (alóctona)** isolada
-10 Se existem espécies de árvores alóctonas** formando comunidades
-10 Se existem lixos

4 – Grau de naturalidade do canal fluvial Pontuação entre 0 e 25

<i>Pontuação</i>
25 O canal do rio não está modificado
10 Modificações nos terraços adjacentes ao leito do rio com redução do canal
5 Sinais de alteração e estruturas rígidas intermitentes que modificam o canal do rio
0 Rio canalizado na totalidade do troço
-10 Se existe alguma estrutura sólida dentro do leito do rio
-10 Se existe alguma represa ou outra infraestrutura transversal no leito do rio

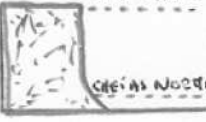

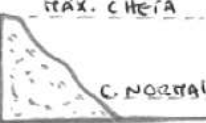
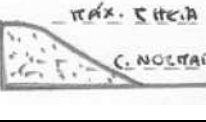

Pontuação final (soma das pontuações anteriores)

Intervalos de valores para o índice QBR e respectivas designações

Classe	Descrição	Intervalos	Gradiente de cores
V	Degradação extrema, qualidade péssima	≤25	
IV	Alteração forte qualidade má	30-50	
III	Início de alteração importante, qualidade intermédia	55-70	
II	Bosque ribeirinho ligeiramente perturbado qualidade boa	75-90	
I	Bosque ribeirinho sem alterações qualidade muito boa estado natural	≥95	

Determinação do tipo geomorfológico da zona ribeirinha (característica 3, qualidade da cobertura vegetal)

Somar o tipo de desnível da margem direita e da esquerda, e somar a pontuação das restantes características.

		Pontuação	
Tipos de desnível da zona ripária		Esquerda	Direita
Vertical côncavo (declive $> 75^\circ$), com uma altura não superável pelas máximas cheias		6	6
Igual, mas com um pequeno talude ou margem inundável periodicamente (cheias normais)		5	5
Declive entre 45° e 75° , escalado ou não. O declive mede-se a partir do ângulo entre a horizontal e a recta entre a margem e o último ponto da ribeira. $\Sigma a > \Sigma b$		3	3
Declive entre 20° e 45° , escalonado ou não. $\Sigma a > \Sigma b$		2	2
Declive $< 20^\circ$, zona ribeirinha uniforme e plana.		1	1

Existência de uma ilha ou ilhas no meio do leito do rio		
Largura conjunta "a" > 5 m		-2
Largura conjunta "a" entre 1 e 5 m		-1

Potencialidade de suportar uma massa vegetal ribeirinha.	
(Percentagem de substrato duro com incapacidade para enraizar uma massa vegetal permanente)	
> 80%	Não se pode medir
60 – 80%	+6
30 – 60%	+4
20 – 30%	+2
Pontuação Total	

Tipo geomorfológico segundo a pontuação:		
> 8	Tipo III	Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixa potencialidade para suportar um extenso bosque de ribeira
Entre 5 – 8	Tipo II	Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona vegetada, sectores médios dos rios
< 5	Tipo I	Zonas ribeirinhas extensas, sectores baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque extenso.

Grau de Qualidade do Canal

(realizado em três transectos distanciados de 20 metros)

1 - Presença de estruturas de retenção	Quantificação
• Ausência de estruturas	4
• Açude rústico semi-desagregado	3
• Açude rústico bem consolidado	2
• Açude ou barragem de betão	1

2 - Estrutura do canal	Quantificação
• W/D <7, não ocorre inundação das margens	4
• W/D de 8-15, inundação das margens rara	3
• W/D de 15-25, inundação frequente das margens	2
• W/D >25, inundação muito frequente das margens	1

W – refere-se à média do leito molhado para os três transectos.

D – refere-se à média da profundidade máxima dos transectos, designadamente a que se verifica nos fogos.

3 - Sedimentos e estabilidade do canal	Quantificação
• Ausência de alargamento do canal ou acumulações de materiais transportados; canal único	4
• Algumas acumulações de materiais transportados; canal único	3
• Línguas de cascalho, areia e limo; o leito de cheia apresenta canais independentes	2
• Canal dividido em múltiplas línguas de areia e limo (ou rio canalizado)	1

4 - Estrutura das margens	Quantificação
• Margens estáveis sem sinais de erosão	4
• Margens estáveis mas com alguns regos desprovidos de vegetação	3
• Margens pouco consolidadas mantidas por uma vegetação esparsa de herbáceas e arbustos	2
• Margens rebaixadas pela erosão ao longo do troço com vegetação muito escassa	1

5 - Alteração artificial das margens	Quantificação
• Ausência quase completa de alteração artificial das margens	4
• Uma das margens apresenta enrocamento >30%	3
• Ambas as margens apresentam enrocamentos com 30% ou uma delas está alterada na sua totalidade, enquanto a outra está inalterada	2
• Como no caso anterior mas a estrutura da margem é de betão armado ou ciclópico	1

6 - Heterogeneidade do canal	Quantificação
• Canal curvilíneo e sequência lótica/lêntica muito marcada	4
• Canal rectilíneo com reduzida sequência lótica/lênntica	3
• Velocidade praticamente constante ao longo de todo o troço	2
• Zona lêntica artificial ou rio canalizado	1

Estrutura do leito (definido de acordo com os três tipos de rios do QBR)

TIPO 1 (alto rhithron)	Quantificação
• > 50% do material é constituído por granulometria > 25 cm (blocos)	4
• > 50% do material é constituído por granulometria >6,5 cm (pedra)	3
• > 50% do material é constituído por granulometria > 2,0 cm (saibro)	2
• Predomina a areia e limo (>50%)	1

TIPO 2 (baixo rhithron)	Quantificação
• > 50% do material é constituído por blocos e pedras (>6,5 cm)	4
• 50% do material é constituído por pedra ou superior (>6,5 cm)	3
• > 25% do material é de dimensões superiores a cascalho (>1,5cm)	2
• O material grosseiro (>1,5 cm) é inferior a 10%	1

TIPO 3 (potamon)	Quantificação
• > 50% do material é constituído por dimensões superiores a areia grosseira (0,5 cm)	4
• 30 - 50% do material é constituído por dimensões superiores a areia rosseira (0,5 cm) e o resto é formado por limo e areia fina	3
• < 30% do material é constituído por dimensões superiores a areia rosseira (0,5 cm) e o resto é formado por limo e areia fina	2
• O leito é exclusivamente de limo e areia fina (<0,125 cm)	1

7 - Deposição de finos intersticiais	Quantificação
• A % de finos é < 5%	4
• A % de finos é de 5 – 25%	3
• A % de finos é de 25 – 50%	2
• A % de finos é > 50%	1

– Para os rios Tipo 1 os finos consideram-se < 0,5 cm

– Para os rios Tipo 2 e 3 os finos consideram-se < 0,125 cm

8 – Total

Intervalos de valores para o índice GQC e respectivas designações

Classe	Descrição	Intervalos	Gradiente de cores
V	Canal completamente alterado (e.g. canalizado, regularizado)	8-13	
IV	Grande alteração do canal	14-19	
III	Início de uma importante alteração do canal	20-25	
II	Canal ligeiramente perturbado	26-30	
I	Canal sem alterações, estado natural	≥31	

A3 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO DO PROJECTO RIOS

Identificação do troço

Data: ____ / ____ / ____ Rio: _____

Troço monitorizado: _____

Bacia Hidrográfica: _____

Freguesia e Concelho: _____

Monitores/as: _____

Estado do tempo hoje: _____

Estado do tempo nas últimas 48 horas: _____

Localização geográfica (UTM)

do início do troço: V _____ H _____

final do troço: V _____ H _____

ponto de amostragem: V _____ H _____

Altitude (m): _____

Fotografias numeradas: _____

1. Caracterização Geral do Rio

A. A água do rio corre?

1. Sim
2. Não

B. Segundo a vossa opinião, o nível da água é habitual para a época do ano?

1. Sim
2. Mais alto
3. Mais baixo

Se o problema é crítico, tente explicar a razão_____

C. De que cor é a água?

1. Transparente
2. Turva
3. Lamacenta
4. Esbranquiçada
5. Cinzenta
6. Outra_____

D. Que cheiro tem a água?

1. Não tem odor
2. A peixe
3. Ovos podres
4. Petróleo
5. Esgoto
6. Amoníaco
7. Cheiro a urina
8. Outra_____

E. Há vestígios de:

1. Óleos
2. Espumas
3. Impurezas
4. Outros_____

F. Em que condições se encontram as margens do troço do rio?

1. Erodidas
2. Com vegetação
3. Com bosque
4. Com prados/ervas
5. Com praias
6. Com zona húmida ou paul
7. Intervencionadas
8. Com presença de entulhos
9. Com terreno remexido
10. Com passeios / caminhos à beira do rio
11. Com áreas de acesso de embarcações
12. Com acessos a pessoas
13. Canalizadas (artificializadas)
14. Urbanizadas

margem esquerda

margem direita

(olhando no sentido da corrente)

ME MD

ME

MD

1. Caracterização Geral do Rio (cont.)

G. Determinar o número de:

	ME	MD
1. Locais de corrente forte ou rápida	—	—
2. Locais de corrente lenta ou parada	—	—
3. Charcos	—	—
4. Ilhas/ilhotas	—	—
5. Quedas de água (cascatas)	—	—
6. Afluentes	—	—
7. Captação de água (canalizadas)	—	—
8. Canais de irrigação	—	—
9. Açudes /represas	—	—
10. Barragens	—	—
11. Explorações hidráulicas	—	—
12. Colectores	—	—
13. Outras_____	—	—

I. Indica quais são os usos do solo nas margens do rio

	ME	MD
1. Industrial		
2. Residencial		
3. Comercial		
4. Campos de golfe		
5. Áreas protegidas		
6. Parques de campismo		
7. Áreas de lazer		
8. Extracção de areias		
9. Depósito de entulho		
10. Efluentes legais		
11. Efluentes ilegais		

H. Indica a presença de vestígios patrimoniais

	ME	MD
1. Rego		
2. Ermidas		
3. Moinhos		
4. Instalações de curtumes		
5. Pontes e pontões		
6. Poços		
7. Vestígios arqueológicos		
8. Pesqueiros		
9. Pisões		
10. Lavadouros e fontes		
11. Ferrarias		
12. Outros_____		

12. Áreas de estacionamento

13. Pecuária
14. Agricultura
15. Estradas
16. Ferrovia
17. ETARs

margem esquerda

ME

margem direita

MD

(olhando no sentido da corrente)

1. Caracterização Geral do Rio (cont.)

J. Se há resíduos de que tipo são?

ME MD

- | | ME | MD |
|--------------|-----------|-------------------------|
| 1. Papel | | 7. Pneus |
| 2. Plásticos | | 8. Materiais ferrosos |
| 3. Madeiras | | 9. Electrodomésticos |
| 4. Latas | | 10. Restos orgânicos |
| 5. Vidro | | 11. Resíduos domésticos |
| 6. Roupa | | 12. Entulhos |
| | | 13. Outros _____ |

margem esquerda

ME

margem direita

MD

(olhando no sentido da corrente)

2. Inspeção dos colectores

Número	Hora	Estado do tempo	Estado do tempo nas últimas 48h	Material	Diâmetro e caudal	Cor do fluido	Cheiro do fluido	Notas

3. Estudo do ecossistema aquático

3.1. Descrição do local de amostragem

A. Largura média do canal (m):

<1 1-2 2-5 5-10 >10

B. Largura média do corredor fluvial:

_____m margem direita

_____m margem esquerda

C. Profundidade média do canal (cm):

<20 20-50 50-100 >10

D. Velocidade da água _____m/s

E. Caudal da água _____m³/s

F. Sombra sobre o rio _____%

G. Substrato do fundo do rio %

- | | |
|---------------------|-------|
| 1. Restos orgânicos | _____ |
| 2. Lama | _____ |
| 3. Areia | _____ |
| 4. Areão e cascalho | _____ |
| 5. Calhaus e blocos | _____ |
| 6. Rochas | _____ |
| 7. Artificial | _____ |
| 8. Industrial | _____ |

3.2. Características físico-químicas da água

A. Temperatura _____°C

B. pH _____

C. Nitratos, Nitritos

(NO₃⁻) (NO₂⁻)

1. 0-10 mg/l
2. 10-50 mg/l
3. 50-500 mg/l

D. Transparência

(marcar os sectores que se vêem no disco)

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

3.3. A vida no rio

A. Plantas aquáticas:

1. *Fontinalis antipyretica*
2. Lentilha-de-água
3. Lentilha-de-água-menor
4. Lentilha-de-água-maior
5. Embude, rabaça
6. Bunho
7. Lirio-dos-pantanos
8. Ranúnculo-aquático
9. Pé de boi
10. Espiga-de-água
11. *Callistriche stagnalis*
12. Feto-real
13. Carriço
14. Agrião
15. Outras _____

B. Árvores e arbustos:

1. Freixo
2. Videiro
3. Amieiro
4. Azeiteira
5. Choupo negro
6. Choupo branco
7. Vimeiro
8. Salgueiro comum
9. Salgueiro / Burraseira-preta
10. Burraseira-branca
11. Salgueiro-branco
12. Ulmeiro, Negrilho
13. Sabugueiro
14. Falso-plátano, Bordo
15. Carvalho
16. Ulmeiro
17. Ailanto
18. Eucalipto
19. Falsa-acácia
20. Plátano
21. Sanguinho-de-água, Amieiro-negro
22. Tamargueira
23. Loendro, cevadilha
24. Outras _____

3.3. A vida no rio (cont.)

C. Invertebrados:

1. Tricóptero
2. Plecóptero (mosca das pedras)
3. Blefaricerídeo
4. Efemeróptero (efémeras)
5. Gamarídeo
6. Hidropsíquídeo (mosca de água)
7. Baetídeo
8. Quironomídeo (larva mosquito)
9. Quironomídeo vermelho
10. Minhoca (oligoqueta)
11. Sirfídeo
12. Sanguessuga
13. Planária
14. Ancilídeo (lapa-de-rio)
15. Simulídeo (mosquito)
16. Riachofílídeo
17. Limnelídeo
18. Larva de escaravelho
19. Larva de libélula
20. Larva de donzelinha
21. Ditiscus (escaravelho adulto)
22. Girinídeo (escaravelho adulto)
23. Alfiate (percevejo aquático)
24. Notonecta
25. Bivalve
26. Lagostim de rio
27. Camarão de rio

D. Peixes:

1. Enguia
2. Truta-marisca
3. Salmão
4. Barbo
5. Boga
6. Verdemã
7. Sável
8. Savelha
9. Panjorca / Ruivaco
10. Escalo / Bordalo
11. Lampreia
12. Esgana-gata
13. Saramugo
14. Muge / Tainha
15. Caboz-de-água-doce
16. Outros _____

E. Répteis:

1. Cágado-de-carapaça-estriada
2. Tartaruga-verde
3. Cobra-de-água-de-colar
4. Cobra-de-água-viperina
5. Lagarto-de-água
6. Cágado-comum
7. Outros _____

3.3. A vida no rio (cont.)

E. Anfíbios:

1. Salamandra-de-pintas-amarelas
2. Salamandra-lusitânica
3. Salamandra-de-cost-salientes
4. Tritão-de-ventre-laranja
5. Tritão-marmorado
6. Rela-comum
7. Rã-verde
8. Rã-vermelha
9. Rã-ibérica
10. Rã-de-focinho-pontiagudo
11. Sapo-comum
12. Sapo-parteiro-comum
13. Sapo-de-unha-negra
14. Sapo-corredor
15. Ovos de rã
16. Ovos de sapo
17. Larvas de tritão
18. Girino

F. Aves:

1. Alvéola-branca
2. Alvéola-cinzenta
3. Borrelho-grande-de-coleira
4. Borrelho-pequeno-de-coleira
5. Cegonha-branca
6. Cegonha-preta
7. Corvo-marinho-de-faces-brancas
8. Felosa-dos-juncos

9. Felosa-comum
10. Fuínha-dos-juncos
11. Galeirão
12. Galinha-d'água
13. Garça-boieira
14. Garça-branca-pequena
15. Garça-real ou Garça-cinzenta
16. Maçarico-das-rochas
17. Marrequinho-comum
18. Guarda-rios
19. Melro-d'água
20. Mergulhão-pequeno
21. Pato-real
22. Pombo-das-rochas
23. Rouxinol-bravo
24. Rouxinol-grande-dos-caniços
25. Rouxinol-pequeno-dos-caniços
26. Zarro-comum
27. Negrinha
28. Outros _____

G. Mamíferos:

1. Lontra
2. Rato-de-água
3. Toupeira d'água
4. Musaranho-de-água
5. Visão americano
6. Outros _____

3.4. O estado de saúde do rio

1. Saudável, Excelente
2. Bom, com perturbações ligeiras
3. Doente, com perturbações persistentes
4. Grave, com perturbações elevadas
5. Muito grave, com perturbações elevadas e sem vida

O estado do bosque do rio (ISQVR)

A

1. Bosque ripícola denso com árvores e arbustos, e que, no caso dos rios pequenos, chegam a formar uma galeria sobre o rio. Nos rios de regime torrencial (dominantes no Sul de Portugal), a vegetação natural pode ser constituída exclusivamente por arbustos que não cobrem totalmente o solo (**6 pontos**).
2. Bosque ripícola estabelecido, com árvores e arbustos autóctones (50% de cobertura) (**4 pontos**);
3. Árvores em fila, especialmente plantações de eucaliptos, pinheiros e choupos (**3 pontos**);
4. Presença de arbustos e/ou ervas altas. Como mais representativo temos o caniçal (caniço) e o tabual (tabua) (**2 pontos**);
5. Margem e ribeira apenas com cobertura herbácea (plantas anuais) (**1 ponto**);
6. Margem e ribeira sem cobertura vegetal (**0 pontos**);

B

1. Conexão de todo o curso de água examinado com as formações vegetais adjacentes, independentemente de existir ou não bosque/mata ripícola (por exemplo, o rio estar numa área de montanha, onde o bosque adjacente não tem espécies específicas do bosque ripícola) (**4 pontos**);
2. Conexão parcial (50% aproximadamente). No caso em que as desconexões sejam produzidas por actividades agrícolas (o que permite certa permeabilidade), dar-se-ão **2 pontos**.
3. Desconexão total da ribeira com o ambiente envolvente. Se a desconexão é devida a práticas agrícolas tradicionais (vinhas, culturas de sequeiro), considera-se que existe uma perda de permeabilidade e por isso damos **1 ponto**.
4. Quando a desconexão se deve a infra-estruturas (estradas), urbanizações (povoações, cidades), ou canalizações do rio feitas com cimento, a ribeira fica como um sistema isolado. Também se incluem as actividades agrícolas intensivas (estufas, regadios). Em todos estes casos não lhe daremos **nenhum ponto**, já que se considera a permeabilidade nula.

C

1. O corredor fluvial forma uma massa vegetal contínua ao longo de todo o troço estudado. Para os cursos de água de regime torrencial, o corredor fluvial de elevada pedregosidade é ocupado por manchas descontínuas de arbustos (**2 pontos**);
2. Ainda que não forme uma massa contínua, o bosque ripícola está presente de maneira regular ao longo do troço estudado. Para os cursos de água de regime torrencial, o corredor fluvial de elevada pedregosidade é ocupado por manchas descontínuas de arbustos ocupando menos de 40% da área (**1 ponto**);
3. As formações vegetais de ribeira estão presentes somente com manchas isoladas, sem uma conexão clara entre elas. Para os cursos de água de regime torrencial, o corredor fluvial de elevada pedregosidade é ocupado por manchas muito descontínuas de arbustos ocupando menos de 10% da área (**0 pontos**).

Classificação do ISQVR

E D

1. De 9 a 12 pontos: bem conservado
2. De 5 a 8: alterações importantes
3. De 0 a 4 pontos: muito degradado

4. Estudo do Património cultural

4.1. Património etnográfico mobiliário

Designação do objecto:

Localização geográfica
Lugar de produção/procedência
Cronologia/datação
Tipologia

Descrição do objecto:

Materiais
Forma
Decoração

Medidas gerais:**Uso e/ou finalidade**

Tradicionais
Actuais

Utilização: (uso diário, ocasional, em desuso, substituído)**Estado de conservação** (bom, regular, mau, faltam peças....) **e necessidade de reparação****Outros objectos relacionados****Dados históricos**

4. Estudo do Património cultural

4.1. Património etnográfico mobiliário (cont.)

Dados sobre actividades, usos, costumes, lendas...

Documentação complementar: (bibliografia, fotos, esboços, detalhes)

4. Estudo do Património cultural

4.2. Património etnográfico imobiliário

Identificação do objecto:

Localização geográfica

Unidade

Conjunto

Classificação

Cronologia

Descrição do objecto:

Materiais

Forma

Decoração

Medidas reais:

Uso e/ou finalidade

Tradicionais

Actuais

Utilização: (uso diário, ocasional, em desuso, substituído)

Estado de conservação (bom, regular, mau, faltam peças....) **e necessidade de restauração:**

Outros objectos relacionados

Dados históricos

4. Estudo do Património cultural

4.2. Património etnográfico imobiliário (cont.)

Dados sobre actividades, usos, costumes, lendas...

Documentação complementar: (bibliografia, fotos, esboços, detalhes)

4.3. Património etnográfico imaterial (Festividades de carácter civil ou religioso)

Identificação do património:

Localização geográfica

Classificação

Descrição:

Lugar onde se realiza

Distribuição temporal do acontecimento

Número de participantes

Elementos associados

Actividades/funções/intencionalidade

Variantes

Meio/área de implantação

Relação com outras actividades:**Uso e/ou finalidade**

Tradicionais

Actuais

Vigência, transformações:**Proposta de protecção/intervenção:**

4. Estudo do Património cultural

4.3. Património etnográfico imaterial (cont.)

Dados históricos:

Documentação complementar: (bibliografia, fotos, esboços, detalhes)

N No caso de recolha de tradições orais deve ter-se em especial atenção a recolha dos
O seguintes dados: local, data, informante (sexo, idade, escolaridade). Caso seja
T possível deve fazer-se a gravação da recolha. A transcrição deve ser feita mantendo
A a forma da oralidade ouvida.

A4 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO DO ESTUDO DA FAUNA

ANEXO II - Ficha de campo e de caracterização dos troços de rio

FICHA DESCRITIVA DE TRANSECTOS DE AMOSTRAGEM

Ficha nº _____ Troço _____ Quadricula:

Coord X	Coord Y
---------	---------

Caracterização de transecto

Ribeira : _____ GPS início: _____ GPS fim: _____
 Data : _____ Hora início: _____ Hora fim: _____
 Troço percorrido : _____ m
 Condições atmosféricas: _____ Chuva

sim	Não	3 antes
-----	-----	---------

Acessibilidade: _____

Caracterização do Leito

	1<2	2<1<4	4<1<6	6<1<8	8<1<10
largura					
% de troço					
profundidade	p< 0,5	0,5< p<1	1< p<1,5	1,5< p<2	p> 2
% de troço					
ensombramento	0 a 10	10 a 25	25 a 50	50 a 75	75 a 100
% de troço					
	0-10%	10-25%	25-50%	50-75%	>75%
Pedras emersas					
Plantas submersas					
Plantas emergentes					
granulometria	0-10%	10-25%	25-50%	50-75%	>75%
sedimento					
areia (< 2cm)					
gravilha (2 - 5cm)					
seixos (5-20 cm)					
calhaus (20-50 cm)					
blocos (>50 cm)					
afloram. rochosos					
cobertura	0-10%	10-25%	25-50%	50-75%	>75%
mat. rochoso					
areia/sedimento					
macróf. aquáticas					
mat. org. decomp.					
tufos vegetação					
"ilhas"					

Caracterização de abrigos

disponibilidade	muita	intermédia	pouca	nenhuma	tipo
vegetação					
água					
potenciais abrigos					
* Lontra					
* Toupeira					

Disponibilidade de presas

disponibilidade	muita	intermédia	pouca	nenhuma
peixes				
lagostim				
herpetofauna				

Caracterização das Margens (0-5 m)

ocupação	% cobertura		vegetação	% cobertura	
	margem esq.	margem dir.		margem esq.	margem dir.
vegetação			árvores		
afloram. rochosos			arbustos		
bancos de calhaus			silvados		
solo/terra			herbáceas		
muros de pedra			musgos		

espécies vegetais	%		nº de árvores	
	margem esq.	margem dir.	margem esq.	margem dir.

A5 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO DO RQI

1- Continuidade longitudinal da vegetação riparia natural (extracto arbóreo e arbustivo)			
Estado Ótimo	Estado Bom	Estado Regular	Estado Mau
Mais de 75% da longitude do espaço ripário contem vegetação arbórea ou arbustiva associada ao rio, formando um corredor denso	A vegetação arbustiva associada ao rio aparece distribuída em bosques que cobrem entre 50% e 75% da longitude do espaço ripário, ou que cobre mais de 75% da longitude do espaço ripário, formando um corredor aclarado	A vegetação arbórea e arbustiva associada ao rio aparece distribuída em bosques que cobrem entre 50 e 75% da longitude do espaço ripário, ou cobre mais de 75% da longitude do espaço ripário, formando um corredor aclarado	A vegetação arbórea e arbustiva refere-se a raízes isoladas ou pequenos grupos de 1 a 3 elementos, numa ribeira muito aclarada com menos de 25% de cobertura de vegetação lenhosa; ou não existe, permanecendo só as comunidades de herbáceas
12 11 10	9 8 7	6 5 4	3 2 1

2- Dimensões em largura do espaço ripário com vegetação natural associada ao rio				
Estado	Ótimo	Bom	Regular	Mau
Vale I:	> 5 m, ou uma fileira com vegetação densa (cobertura superior a 75%) associada ao rio (*)	Ao menos uma fileira com vegetação aberta (cobertura entre 75% e 50%), associado ao rio	Ao menos uma fileira com vegetação dispersa (cobertura inferior a 50%) associada ao rio	Sem fileira de vegetação associada ao rio
Vale II	> 15 m com vegetação associada ao rio e cobertura superior a 50%; ou uma dimensão inferior e vegetação associada ao rio conectando com formações de vegetação climatófila com pouca interferência	5-15 m com vegetação associada ao rio com uma cobertura superior a 50%, ou > 10 m com vegetação associada ao rio com uma cobertura inferior a 50%	5-15 m com vegetação associada ao rio com uma cobertura inferior a 50%	< 5 m com vegetação associada ao rio
Vale III, IV	> 50 m, ou uma dimensão igual ou maior que 2 vezes a largura do leito activo em rios pequenos (largura inferior a 10 m), com vegetação densa associada ao rio (cobertura > 50 %) (***)	25-50 m, ou uma dimensão entre uma e duas vezes a largura do leito activo em rios pequenos (largura inferior a 10 m), com vegetação associada ao rio; ou a opção anterior de maiores dimensões, com vegetação aclarada (cobertura inferior a 50%) (***)	10-25 m, ou uma dimensão entre 1 e 0,5 vezes a largura do leito activo em rios mais pequenos (largura inferior a 10 m) com vegetação associada ao rio	< 10 m em rios grandes, ou < 5 m em rios pequenos (largura inferior a 10 m) <<<<9, com vegetação associada ao rio
	12 11 10	9 8 7	6 5 4	3 2 1

3- Composição e estrutura da vegetação ripária				
	Estado Ótimo	Estado Bom	Estado Regular	Estado Mau
Na margem				
	Bosques de galeria fechados ou soutos arbustivos muito densos > 2,5 m de altura, sem espécies alóctones, com bosque formado por varias espécies de arbustos ou dominado por herbáceas rupícolas, com escassas silvas (< 30%). Ou vegetação climatofila em estado natural ou muito pouco interferida.	Bosques de galeria ou soutos arbustivos mais ou menos densos e > 2,5 m de altura, com abundância de silvas (> 30%), presença moderada de espécies alóctones (poucos indivíduos isolados), e/ou dominância de herbáceas nitrófilas ou com estratos sub-arboreos pobres (estrato herbáceo em pequenas manchas, com arbustos ocasionais). Ou vegetação climatofila levemente modificada por actuações antropicas.	Formações arbóreas ou arbustivas abertas ou < 2,5 m, com abundância de silvas (>30%) e/ou de espécies introduzidas (numerosos indivíduos de uma ou varias espécies) e/ou dominância de herbáceas nitrófilas. Ou vegetação climatofila bastante modificada por actuações antrópicas.	Vegetação herbácea dominante ou silvas, no máximo com árvores e/ou arbustos dispersos. Alinhamentos de choupos plantados ou de árvores introduzidas, carriçais alóctones.
Vale I	12 11 10	9 8 7	6 5 4	3 2 1
Vale II, III e IV*	8 7	6 5	4 3	2 1

3- (Continuação) Composição e estrutura da vegetação riparia				
	Estado Ótimo	Estado Bom	Estado Regular	Estado Mau
Depois da margem				
	Bosque natural denso que borda mais de 75% da longitude da galeria.	Bosque mais ou menos denso ou mato alto, que cobrem mais de 30% da longitude da galeria.	Árvores ou arbustos frequentes mas dispersos em pequenos grupos.	Vegetação herbácea dominante ou com algumas árvores ou arbustos dispersos em pequenos grupos.
Vale II, III y IV*	4	3	2	1

4- Regeneração natural da vegetação riparia (estrato arboreo e arbustivo)				
	Estado Ótimo	Estado Bom	Estado Regular	Estado Mau
	Existem exemplares das principais espécies arbóreas e arbustivas, e os espaços abertos, bancos de cascalho e areias nas margens estão colonizados por plântulas de idades inferiores a 2 anos.*	Existem exemplares de diferentes idades das principais espécies lenhosas, e nos espaços abertos observam-se exemplares mais jovens, ao menos de arbustos. Regeneração natural levemente ameaçada pelo pastoreio, actividades agrícolas ou florestais, regulação de caudais ou incisão ligeira do canal fluvial.	Regeneração natural moderadamente afectada pelo pastoreio, práticas agrícolas ou florestais, incêndios periódicos, actividades recreativas, etc., ou por regulação de caudais ou incisão moderada do canal fluvial.	Só se observam raízes maduras ou adultas, com muito escassa ou nula presença dos elementos jovens. Regeneração natural severamente afectada pelo pastoreio, práticas agrícolas ou florestais, queimas periódicas, compactação do solo, ou por incisão severa, ou por obras de canalização. Abundância de raízes arbóreas secas.
	12 11 10	9 8 7	6 5 4	3 2 1

5- Condição das margens			
Estado Ótimo	Estado Bom	Estado Regular	Estado Mau
Mais de 50% do contorno da lâmina de água em leito de cheia está em contacto com vegetação lenhosa, macrofitas ou elementos rochosos, e mais de 50% do solo sem esta vegetação tem cobertura herbácea, e as margens não apresentam sintomas de instabilidade induzida por actividades humanas. Linha de margem irregular e sinuosa, sem sintomas de alteração em ambas margens.	Mais de 50% do contorno da lâmina de água em leito de cheia está em contacto com vegetação lenhosa, macrofitas ou elementos rochosos, e menos de 50% do solo sem esta vegetação tem cobertura herbácea alternando com solo desnudo, ou as margens apresentam sintomas de instabilidade leve ou moderada induzida por actividades humanas. Linha de margem irregular e sinuosa, sem alterações ao menos numa das margens.	Menos de 50% do contorno da lâmina de água em leito de cheia está em contacto com vegetação lenhosa, macrofitas ou elementos rochosos e mais de 50% do solo restante tem vegetação herbácea, alternando com solo desnudo, ou as margens apresentam sintomas de instabilidade leve ou moderada, causada por actividades humanas. Margens rectificadas, muito pouco sinuosas, consequência de obras de canalização sem estruturas rígidas.	Menos de 50% do contorno da lâmina de água em leito de cheia está em contacto com vegetação lenhosa, macrofitas ou elementos rochosos e menos de 50% do solo restante tem vegetação herbácea, ou as margens apresentam sintomas de erosão moderada a severa originada por actividades humanas. Margens rectificadas, mais ou menos rectas, consequência de obras de canalização com estruturas rígidas.
12 11 10	9 8 7	6 5 4	3 2 1

6- Conectividade lateral da ribeira com o leito			
Estado Ótimo	Estado Bom	Estado Regular	Estado Mau
Margens de muito baixa altura comparado com o nível do leito. As ribeiras inundam-se com uma periodicidade elevada (as avenidas ordinárias que desbordam ao menos uma vez cada 2-5 anos) sobre um perfil de margem plano ou em condições naturais. Não existe nenhuma restrição ao extravase das águas.	Margens algo sobrelevadas comparadas ao nível do leito. As ribeiras inundam-se com uma periodicidade menor, entre 5 e 10 anos, existindo uma certa restrição ao extravase devido à regulação dos caudais, a pequenas elevações artificiais da quota das margens, ou a uma incisão do leito incipiente.	Margens bastante sobrelevadas comparadas ao nível do leito. As ribeiras inundam-se com muita pouca frequência, por avenidas com períodos de retorno entre 10 e 30 anos, existindo restrições ao extravases por regulação dos caudais, dragados, ou por uma incisão do leito moderada.	Margens muito sobrelevadas comparadas com o leito do rio. As ribeiras só se inundam por avenidas extraordinárias com um período de retorno superior a 30 anos, e existem fortes restrições ao extravase por infra-estruturas de canalização intensa ou por incisão do leito severa.
12 11 10	9 8 7	6 5 4	3 2 1

7- Permeabilidade e grau de alteração do relevo e solo ripário			
Estado Ótimo	Estado Bom	Estado Regular	Estado Mau
O solo das ribeiras não apresenta sintomas de compactação nem selado (impermeabilização), e mantém-se em boas condições de infiltração e permeabilidade no seu perfil. Ausência de escavações e recheios. Relevo das ribeiras em estado natural.	Nas ribeiras observam-se pequenos espaços compactados pela passagem de gado, veículos, actividades recreativas, etc. pouco intensos, e não existem sintomas de erosão superficial ou encharcamentos. Solos das ribeiras com cultivos agrícolas ou florestais. Escavações ausentes ou muito pouco intensas. O relevo das ribeiras apresenta um grau de alteração ligeiro.	As ribeiras apresentam caminhos ou espaços contínuos muito compactos ou selados que ocupam mais de 20% da sua superfície, que dificultam a infiltração e regeneração da vegetação natural. Ou bem, o perfil do solo foi alterado moderadamente na sua composição granulométrica ou foram introduzidos materiais alóctones (escombros, resíduos sólidos, etc.). Ou o relevo das ribeiras apresenta um grau de alteração moderado por extracções, ou por depósito de terras procedentes do recheio de inundação.	Os solos das ribeiras estão compactados ou selados em mais de 20% da sua superfície, comprometendo severamente a infiltração das águas. Ou o perfil do solo foi alterado severamente na sua composição granulométrica, ou são abundantes os materiais alóctones ou depósito de terras alheias ao recheio por inundação. Ou bem as extracções ou os movimentos de terras modificaram severamente o relevo natural da ribeira.
12 11 10	9 8 7	6 5 4	3 2 1

A6 - METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PRESSÕES DA ACA

Tipo de pressão		Critério	Parâmetro	Classificação
1.	Alterações Morfológicas			
1.1	Represas e açudes	$RI_PRS = \frac{1}{0,5} * \frac{n^{\circ} represas \& eclusas}{Comp_troço}$	RI_PRS = Risco de incumprimento por represas e açudes	0,5
1.2	Canalização do leito fluvial	$RI_END = \frac{1}{0,2} * \frac{\sum(Comp_canalizado * Coeficiente) + (Comp_urbano)}{Comp_troço}$	RI_END = Risco de incumprimento por troços canalizados	0,2
2	Alteração ao Regime de Caudais			
2.1	Captações de água Internas e inter comunitárias	$RI_PC = \frac{CE}{RN(50) - CC}$	RI_PC = Risco de incumprimento por captações CE = Caudal Ecológico RN(Q50) = Caudal em regime natural que circula em 50% dos dias do ano CC = Caudal de concessão (volume total captado)	1
2.2	Regularização por Barragens	$RI_RF = \frac{1}{obj} * \frac{Volume}{RN}$	Volume = Capacidade da barragem RN = Caudal afluente natural RI_RF = Risco de incumprimento por regularização por barragens	Bacias: Internas=0,5 Intercomunitárias=0,2
2.3	Desvio de caudais para mini centrais hidroeléctricas	Bacias internas: $RI_PMN = \frac{1}{12} * \sum \frac{CE}{RN - CC}$ Bacias inter comunitárias: $RI_PMN = \frac{CE}{RN - CC}$	CE = Caudal ecológico RN = Caudal afluente natural CC = Caudal de concessão à mini central RI_PMN = Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini centrais	Bacias: Internas=12 Intercomunitárias=1

3 Uso do solo nas margens			
3.1	Invasão da zona de inundação para usos urbanos	$RI_PINZU = \frac{1}{0,2} * [PZU100 + (0,5 * (PZU500 - PZU100))]$	<p>PZU100 = Proporção da zona urbanizada (ZU) na zona de inundação sobre um período de retorno de 100 anos PZU500 = Proporção da zona urbanizada (ZU) na zona de inundação sobre um período de retorno de 500 anos RI_PINZU = Risco de incumprimento por ocupação urbana da zona de inundação</p> <p>0,2</p>
3.2	Invasão da zona de inundação para actividades extractivas	$RI_PINEX = \frac{1}{0,2} \left[PEA100 + (0,5 * (PEA500 - PEA100)) + \right. \\ \left. + (0,5 * PENA100) + (0,25 * (PENA500 - PENA100)) \right]$	<p>PEA100 = Proporção de zonas de actividades extractivas activas em ZI sobre um período de retorno de 100 anos PEA500 = Proporção de zonas de actividades extractivas activas em ZI sobre um período de retorno de 500 anos PENA = Proporção de zonas extractivas abandonadas em ZI sobre um período de retorno de 100 anos PENA = Proporção de zonas extractivas abandonadas em ZI sobre um período de retorno de 500 anos RI_PINEX = Risco de incumprimento por actividades extractivas em margens fluviais</p>
3.3	Invasão da zona de inundação por plantações florestais	$RI_PINFO = \frac{1}{0,25} * [PFO100 + (0,5 * (PFO500 - PFO100))]$	<p>PFO100 = Proporção de plantações florestais em ZI de 100 anos PFO500 = Proporção de plantações florestais em ZI de 500 anos RI_PINFO = Risco de incumprimento por exploração florestal de crescimento rápido</p> <p>0,25</p>

4 Fontes pontuais de contaminação				
4.1	Descargas bio degradáveis	$RI_DQO = \frac{1}{5} * \left[\frac{Caudal_desc * DQOmedia}{RN} \right]$ $RI_PT = \frac{Caudal_desc * Fós_total}{RN}$ $RI_ANS = \frac{1}{20} * \left[\frac{Carga_org_sem_saneamento}{RN} \right]$ $RI_PBD_AC = \frac{1}{10} * \left[\sum((\sum PBD) * e^{-0,001 * Comp_rio}) \right]$ $RI_PT_AC = \left[\sum((\sum PT) * e^{-0,001 * Comp_rio}) \right]$	<p>RI_DQO = Risco de incumprimento por descargas bio degradáveis (carga orgânica)</p> <p>RI_PT = Risco de incumprimento por descargas bio degradáveis (fósforo total)</p> <p>RI_ANS = Risco de incumprimento por núcleos urbanos sem saneamento (carga orgânica)</p> <p>PBD = Pressão por descargas bio degradáveis (carga orgânica)</p> <p>PT = Pressão por descargas bio degradáveis (fósforo total)</p> <p>RI_PBD_AC = Risco de incumprimento por descargas de carga orgânica</p> <p>RI_PT_AC = Risco de incumprimento por descargas de fósforo total</p>	<p>Ler texto</p> <p>RI_PBD_AC = 10</p> <p>RI_PT_AC = 1</p>
4.2	Descargas de sistemas unitários (DSUs)	$RI_DSU = \frac{1}{20} \left[\frac{Vol_água_Sup * Conc_DQO}{Caudal_RN} \right]$ $V_água_sup = Prec_anual * Sup_urb * Coef_imper$	<p>V_superficial = Volume de águas superficiais que circulam na bacia urbana</p> <p>Prec_anual = Precipitação anual</p> <p>S_urbana = Superfície urbana</p> <p>Coef_imper = Coeficiente de impermeabilização (0,75)</p>	RI_DSU=20
4.3	Descargas industriais não bio degradáveis	$RI_PI = \frac{1}{0,05} * \left[\frac{\sum(Caudal_desc * Coef)}{RN} \right]$	<p>RI_PI = Risco de incumprimento por descargas industriais</p> <p>RN = Caudal em regime natural</p>	0,05

5 Fontes difusas de contaminação				
5.1	Lixeiras de resíduos sólidos urbanos	$RI_{AU} = \frac{1}{0,01} * \left[\frac{Vol_{lixreira} * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right]$	RI_AU = Risco de incumprimento por lixeiras de sólidos urbanos Superf_BA = Superfície da bacia associada a massa de água	0,01
5.2	Lixeiras de resíduos sólidos mistos (industriais e urbanos)	$RI_{AM} = \frac{1}{0,1} * \left[\frac{Vol_{lixreira} * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right]$	RI_AM = Risco de incumprimento por lixeiras de sólidos mistos Superf_BA = Superfície da bacia associada à massa de água	0,1
5.3	Usos agrícolas	$RI_{UA} = \frac{1}{obj} * \left[\frac{Sup_{UA} * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right]$	RI_UA = Risco de incumprimento por usos agrícolas A = Superfície dos grupos previamente definidos Sup_BA = Superfície da bacia associada à massa de água	A=0,3 B=0,25 C=0,25 D=0,15
5.4	Usos urbanos	$RI_{UU} = \frac{1}{0,1} * \left[\frac{Sup_{URB} * Coe_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right]$	RI_UU = Risco de incumprimento por usos urbanos URB = Superfície de zona urbana Sup_BA = Superfície da bacia associada à massa de água	0,1
5.5	Dejectos da pecuária	$RI_{DP} = \frac{1}{60} \frac{\sum(CB * NG) * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}}$	RI_DP = Risco de incumprimento por dejectos provenientes da pecuária CB = N° de cabeças de gado NG = Nitrogénio gerado por cabeça de gado Sup_BA = Superfície da bacia associada à massa de água	Ler Texto 60
5.6	Lamas das ETARs	$RI_{FE} = \frac{1}{2} \left[\left[\frac{1}{45} * \frac{Carga_N * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right] + \left[\frac{1}{30} * \frac{Carga_P * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right] \right]$	RI_FE = Risco de incumprimento por lamas de ETARs Sup_BA = Superfície da bacia associada à massa de água	Ler Texto 45 para N e 30 para P

5.7	Excedentes de nitrogénio da agricultura e pecuária	$RI_{EN} = \frac{1}{10} * \left[\frac{Carga_{N}}{Sup_{BA}} \right]$	RI_EN = Risco de incumprimento por excedentes de N Sup_BA = Superfície da bacia associada à massa de água	Ler Texto 10
5.8	Solos contaminados ou potencialmente contaminados	$RI_{SC} = \frac{1}{0,001} * \left[\frac{Sup_{SC} * Coef_{SC} * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right]$	RI_SC = Risco de incumprimento por solos contaminados Coef_SC = Coeficiente de ponderação para o nível de pressão do solo contaminado (contamidado ou potencial)	0,001
5.9	Vias de comunicação	$RI_{VC} = \frac{1}{0,025} * \left[\frac{Sup_{VC} * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right]$	RI_VC = Risco de incumprimento por vias de comunicação VC = Superfície de vias de comunicação	0,025
5.10	Zonas mineiras e extractivas	$RI_{ZM} = \frac{1}{0,05} * \left[\frac{Sup_{ZM} * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right]$	ZM = Superfície de zonas mineiras Sup_BA = Superfície da bacia associada à massa de água	0,05
5.11	Entulhos salinos	$RI_{RS} = \frac{1}{0,0001} * \left[\frac{Sup_{RS} * Coef_{contribuição}}{Sup_{BA}} \right]$	RS = Superfície dos entulhos salinos RI_RS = Risco de incumprimento por entulhos salinos Sup_BA = Superfície da bacia associada à massa de água	0,0001

A7 - RESULTADOS DE CASO DE ESTUDO (RIBEIRA DA CERTAGEM)

A7.1 - RISCOS DE CHEIAS

Estimativa dos Caudais de Cheia

Considerações Gerais

Dada a impossibilidade de consulta de registos de caudais, devido à inexistência de uma estação hidrométrica local, é necessário recorrer a elementos que indirectamente possam ser relacionados com os mesmos.

Os métodos existentes para a estimativa de caudais de cheia são variados, tanto em número como em tipo, embora, devido às vicissitudes dos problemas em que a hidráulica intervém nenhum deles seja unanimemente aceite tanto a nível nacional como internacional.

Os métodos empíricos consistem na utilização de fórmulas derivadas do estudo pormenorizado de bacias com características particulares. Partindo deste pressuposto, foram estabelecidos coeficientes que melhor sintetizam as características hidrológicas do curso de água e respectiva bacia, não sendo por isso generalizável a fiabilidade destes métodos. Neste caso em concreto esses métodos não serão utilizados devido às características particulares da bacia em estudo, que corresponde a uma pequena bacia urbana e suburbana onde nenhuma fórmula empírica conhecida encontraria correspondência.

Por fim, os métodos cinemáticos fazem uso das características do movimento da água ao longo da bacia, expressas através das noções de tempo de concentração – tempo necessário para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial da secção em estudo – e de chuvada crítica – chuvada uniforme susceptível de causar o maior valor de caudal de ponta. Neste estudo só será utilizado este tipo de métodos.

Este estudo tem como principais fases:

Estudo estatístico das precipitações para a obtenção da intensidade de precipitação do período de 24 horas, para tal:

1- Pesquisar (INAG) séries de precipitações máximas anuais máximas diárias; aplicação do método de Gumbel-Chow aos diferentes tempos de recorrência, neste cálculo entra a:

- Estimativa do tempo de concentração da bacia, para tal foram utilizadas as fórmulas de Giandotti, Kirpich, Vem Te Chow, Picking Temez e Bichança.

2- Para o cálculo do caudal foi seguido o seguinte processo:

- Calculou-se a intensidade de precipitação crítica utilizando a média dos tempos de concentração e a precipitação de 24 horas:

$$\frac{P_c}{P_{24}} = \left(\frac{t_c}{t_{24}}\right)^{b+1}$$

- Calculou-se os caudais pela fórmula racional:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

3- Para obter o leito de inundação foi efectuado um cálculo iterativo, tentando-se igualar as duas parcelas da fórmula de manning-strickler. A primeira entra o caudal, o coeficiente de rugosidade (considerado=33) e a perda de carga continua (considerada igual á inclinação entre os perfis transversais montante e jusante da secção em análise). Na segunda parcela temos o estudo geométrico, no qual foram medidas o raio hidráulico e a área para diferentes profundidades.

$$Q/K \cdot J^{1/2} = S \cdot R^{2/3}$$

Características Físicas da Bacia

Para a quantificação dos caudais de cheia foram seleccionadas oito secções:

- a primeira imediatamente a montante da rua Dr José Domingues dos Santos, secção A1 (perfil P90);
- a segunda situada a montante da auto-estrada A28 (IC1), secção A2 (perfil 76);
- a terceira nos campos agrícolas a jusante da auto-estrada A28, (situadas numa zona rural), secção A3 (perfil P64);
- a quarta a montante da rua da cruz, secção A4 (perfil P45);
- a quinta a montante da escola primária de Lavra, secção A5 (perfil P31);
- a sexta a montante do centro urbano da vila de lavra, ou seja da rua de Antela, secção A6 (perfil P21);
- a sétima nos campos agrícolas a jusante do centro urbano da vila de Lavra, secção A7, (perfil P10);
- e a oitava junto à foz da ribeira, no areal, secção A8, (perfil P4).

A localização mais precisa destas secções encontra-se no mapa da em anexo (levantamento topográficos).

Para estimar os caudais de cheia previsíveis nessas várias secções em estudo, procedeu-se à quantificação de grandezas relativas à geometria e relevo da bacia, bem como de dados de precipitação.

Os elementos que permitem a caracterização das bacias sob o ponto de vista físico e que são os dados de base para o cálculo dos caudais de ponta de cheia são a área da bacia, A, o comprimento da linha de água principal, L, a altura média da bacia, H_m , a diferença de cotas entre as extremidades da bacia (nascente/secção em estudo), Δh e a declividade média, i. Estes diferentes parâmetros são apresentados na Tabela 0.1.

Tabela 0.1 Grandezas físicas correspondentes às secções consideradas.

Elemento	Secção A1	Secção A2	Secção A3	Secção A4
Perfil Nº	90	76	64	45
A [Km²]	1.36	1.85	2.72	3.41
L [m]	1479	1951	2373	3073
Δh [m]	18,9	24,1	27,6	31,7
H_m [m]	44,3	41,7	39,9	37,9
i [%]	1,1	1,4	0,6	0,2

Tabela 0.1 (continuação) – Grandezas físicas correspondentes às secções consideradas

Elemento	Secção A5	Secção A6	Secção A7	Secção A8
Perfil Nº	31	21	10	4
A [Km²]	1.36	1.85	2.72	3.41
L [m]	3652	4059	4511	4801
Δh [m]	36,8	40,3	48,2	51,3
H _m [m]	35,3	33,6	29,6	28,1
i [%]	0,4	0,6	0,2	0,5

Determinação do Tempo de Concentração

Existem várias fórmulas para a determinação do tempo de concentração, t_c , em horas, tendo sido adoptadas as seguintes:

- Kirpich:
$$t_c = 0,39 \left(\frac{L}{S_3} \right)^{0,385}$$

em que L representa o comprimento da linha de água principal em km e S_3 a declividade equivalente constante do rio em %.

- Ven Te Chow:
$$t_c = 0,8773 \left(\frac{L}{\sqrt{S_3}} \right)^{0,64}$$

em que S_3 representa a declividade equivalente constante do rio em m/km.

- Picking:
$$t_c = 0,088333 \left(\frac{L^2}{S_3} \right)^{0,333}$$

em que S_3 representa a declividade equivalente constante do rio em m/m.

- Temez:
$$t_c = 0,3 \left(\frac{L}{S_3^{0,25}} \right)^{0,76}$$

em que S representa a declividade equivalente constante do rio em %.

- Giandotti:
$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,80\sqrt{H_m}}$$

em que S representa a superfície da bacia em km², L o comprimento da linha de água principal em km e H_m a altura média da bacia relativa à secção em estudo.

Os tempos de concentração calculados são os indicados na Tabela 0.2, sendo de realçar a discrepância entre o valor obtido através da fórmula de Giandotti e os restantes. Por esta razão foram escolhidos dois tempos de concentração para análise futura, o tempo obtido através da fórmula de Giandotti e a média das restantes fórmulas (Kirpich; Ven Te Chow; Picking e Temez). A proximidade dos valores obtidos por estas fórmulas garante alguma fiabilidade dos resultados obtidos.

Tabela 0.2 Tempos de concentração, t_c (horas), calculados pelos diversos métodos.

Fórmula	Secção A1	Secção A2	Secção A3	Secção A4
Giandotti	1.29	1.62	2.01	2.44
Kirpich	0.44	0.49	0.53	0.58
Ven Te Chow	0.41	0.45	0.49	0.54
Picking	0.52	0.62	0.71	0.84
Temez	0.37	0.47	0.63	0.75
Média (Kirpich, Ven Te Chow, Picking, Temez)	0.48	0.57	0.66	0.77
Fórmula	Secção A5	Secção A6	Secção A7	Secção A8
Giandotti	2.75	3.00	3.47	3.87
Kirpich	0.62	0.65	0.68	0.69
Ven Te Chow	0.58	0.60	0.63	0.64
Picking	0.94	1.01	1.09	1.13
Temez	0.79	0.82	0.90	1.05
Bichança	1.26	1.35	1.42	1.44
Média (Kirpich, Ven Te Chow, Picking, Temez)	0.84	0.88	0.94	0.99

Precipitação

Quando são desenvolvidos estudos de cheias, os dados relativos à precipitação são de uma grande importância, principalmente os valores da precipitação crítica em 24 horas, para determinada frequência e os valores da precipitação crítica para chuvadas com duração igual ao tempo de concentração.

Após pesquisa no INAG das precipitações máximas anuais diárias (Tabela 0.3) calcularam-se a média para executar o estudo estatístico da distribuição de Gumbel-Chow. Através do qual se extrapolaram as precipitações máximas diárias anuais para um determinado tempo de retorno,

Tabela 0.3 SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos

DATA	LEÇA DA PALMEIRA (06E/02UG)
m	Precipitação máxima anual diária (mm)
1	79
2	74
3	66
4	65.2
5	63.5
6	62
7	60.5
8	60
9	56.3
10	53.7
11	50.9
12	50.5
13	50
14	48.7
Média	60.02

Então, a fórmula de Gumbel-Chow é:

$$y = \bar{y} - 0.78 * \sigma * \{\gamma + \ln[\ln T - \ln(T - 1)]\}$$

As precipitações máximas diárias foram determinadas com base nos registos do posto udométrico de Leça da Palmeira, obtidos a partir de dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos do Instituto da Água – Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, para diferentes períodos de retorno, T. Os valores recolhidos constam do Quadro 3.3.

Tabela 0.4 Precipitações máximas em 24 horas para um determinado período de retorno, T.

Tr (anos)	10	50	100	250	500
P ₂₄ (mm)	83.3	104.0	113.0		134.1

Cálculo da Precipitação Crítica (método Racional)

Calculou-se pela fórmula da intensidade de precipitação para o tempo de crítico, de acordo com a fórmula de intensidade média máxima de precipitação:

$$\begin{aligned} I &= a * t^b \\ P &= I * T = a * t^{b+1} \end{aligned} \quad \begin{aligned} P_{24} &= a * t_{24}^{b+1} \\ P_c &= a * t_c^{b+1} \end{aligned}$$

$$\frac{P_c}{P_{24}} = \left(\frac{t_c}{t_{24}}\right)^{b+1}$$

O parâmetro b (Tabela 0.5), é uma constante que depende do período de retorno e foi calculado pela fórmula de Neves, que não é mais do que uma extrapolação dos valores presentes no ANEXO IX - Regiões pluviométricas, Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23-08-1995.

Tabela 0.5 Parâmetro “ b ”, para cálculo da precipitação crítica.

Tr (anos)	10	50	100	250	500
b (IDF)	-0.549	-0.521	-0.508	-0.491	-0.479

No cálculo da precipitação crítica utilizaram-se os valores do tempo de concentração obtidos pela média dos diferentes métodos. Na Tabela 0.6 apresentam-se os valores obtidos por aplicação da expressão [6].

Tabela 0.6 Precipitações críticas, p_{ic} , (mm).

	T = 10 ANOS	T = 50 anos	T = 100 anos	T = 250 anos	T = 500 anos
Secção A1	14.3	16.0	16.5		17.5
Secção A2	15.4	17.3	18.0		19.1
Secção A3	16.5	18.6	19.3		20.6
Secção A4	17.6	20.0	20.8		22.3
Secção A5	18.4	20.9	21.7		23.4
Secção A6	18.8	21.4	22.3		24.0
Secção A7	19.3	22.0	23.0		24.8
Secção A8	19.8	22.6	23.6		25.5

Caudais de Ponta de Cheia

Para o cálculo dos caudais de ponta de cheia, associados a cada secção, serão utilizadas duas expressões, a Racional e a de Giandotti, ambas pertencentes aos métodos cinemáticos, ou seja:

- Racional: $Q = C i A$

em que Q representa o caudal de ponta de cheia em m^3/s , C o coeficiente de escoamento, i a intensidade de precipitação em m/s e A a superfície da bacia em m^2 .

Um parâmetro que é necessário definir para aplicação da fórmula racional é a intensidade de precipitação. Devido à disponibilidade de dados, utilizou-se as intensidades de precipitação de 24 horas correspondentes a determinado tempo de retorno, e calculou-se a precipitação correspondente, igual ao tempo de concentração crítico (médio) (ver em cima).

A definição do coeficiente de escoamento é a principal dúvida na aplicação do método racional, muito utilizado e aconselhado para bacias com área inferior a 25 km², como é o caso. A ribeira da Certagem atravessa não só zonas com alguma percentagem de área impermeabilizada, mas com inclinações pequenas e também zonas planas com utilização agrícola, o que levou a adoptar o valor de C igual 0,2.

Nos quadros 3.6 a 3.9 apresentam-se, para as secções 1, 2, 3 e 4, os caudais de ponta de cheia obtidos pela aplicação das fórmulas racional e de Giandotti.

Caudais de ponta de cheia, Q [m³/s] para a Secção A1

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	3.7	4.1	4.3	4.5

Caudais de ponta de cheia, Q [m³/s] para a Secção A2

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	5.4	6.1	6.3	6.7

Caudais de ponta de cheia, Q [m³/s] para a Secção A3

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	8.5	9.6	9.9	10.6

Caudais de ponta de cheia, Q [m³/s] para a Secção A4

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	11.4	12.9	13.3	14.3

Caudais de ponta de cheia, Q [m³/s] para a Secção A5

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	12.5	14.1	14.7	15.8

Caudais de ponta de cheia, Q [m³/s] para a Secção A6

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	13.5	15.3	15.9	17.0

Caudais de ponta de cheia, Q [m³/s] para a Secção A7

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	15.8	18.0	18.7	20.1

Caudais de ponta de cheia, Q [m³/s] para a Secção A8

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	19.8	22.5	23.4	25.3

Aplicação da Formula Racional com base no tempo de concentração médio

Considerações Finais sobre os Aspectos Hidrológicos

Os métodos existentes para determinar os caudais de ponta de cheia devem ser sempre considerados como métodos aproximados e como tal com algum grau de incerteza associado. Os resultados obtidos devem ser portanto encarados como uma estimativa da ordem de grandeza dos caudais de ponta cheia eventualmente associados aos episódios de inundação em estudo.

É importante considerar que a formação dos caudais de ponta de cheia em áreas urbanas ou parcialmente urbanizadas, com elevada artificialização do traçado da linha de água, bem como das respectivas áreas de drenagem, é um problema de complexa caracterização. Além disso, os métodos existentes para a estimativa dos caudais de cheia, são vários e de diversos tipos, não existindo nenhum unanimemente aceite. Não obstante, os métodos cinemáticos são geralmente considerados mais fiáveis que outros, uma vez que foram desenvolvidos segundo uma base científica mais sólida.

Por esta razão, optou-se neste estudo por aplicar os métodos cinemáticos correntemente mais utilizados para a determinação de caudais de ponta de cheia e aqueles que, possivelmente, conduzem a resultados mais satisfatórios, sobretudo para bacias de pequena dimensão. Assim, com base na caracterização da bacia hidrográfica da Certagem e pela análise dos valores obtidos para o caudal de ponta de cheia utilizando as formulações apresentadas, propõe-se que os caudais adoptados sejam os obtidos pela aplicação da fórmula Giandotti por serem ligeiramente superiores aos restantes.

Zona de inundação

Para encontrar o leito de inundação foi efectuado um cálculo iterativo, tentando-se igualar as duas parcelas da fórmula de manning-strickler. A primeira entra o caudal, o coeficiente de rugosidade (considerado=33) e a perda de carga continua (considerada igual á inclinação entre os perfis transversais montante e jusante da secção em análise). Na segunda parcela temos o estudo geométrico, no qual foram medidas o raio hidráulico e a área para diferentes profundidades.

$$Q/(K*J^{(1/2)})=S*R^{(2/3)}$$

Nas tabelas seguintes apresentam-se o resultado deste cálculo para cada secção:

Ponto de cálculo A1 (Perfil 90):

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	3.7	4.1	4.3	4.5
K	33	33	33	33
J	0.010570825	0.010570825	0.010570825	0.0105708
$Q/(K \cdot J^{1/2})$	1.093845149	1.219875599	1.258595172	1.3294968

Condição de igualdade de Manning-Strickler:

$$Q/(K \cdot J^{1/2}) = S \cdot R^{2/3}$$

Prof	Dif	Largura do leito	Área	Perímetro	$S \cdot R^{2/3}$
0.00	0	1.60	-	-	-
0.40	0.4	3.47	1.01	3.73	0.43
0.50	0.1	3.93	1.38	4.00	0.68
0.60	0.1	4.40	1.80	4.47	0.98
0.70	0.1	4.87	2.26	4.93	1.35
0.80	0.1	5.33	2.77	5.40	1.78
0.90	0.1	5.80	3.33	5.86	2.28
1.00	0.1	6.27	3.93	6.33	2.86
1.10	0.1	6.73	4.58	6.80	3.52
1.20	0.1	7.20	5.28	7.26	4.27
1.30	0.1	7.67	6.02	7.73	5.10
1.40	0.1	8.13	6.81	8.20	6.02
1.50	0.1	8.60	7.65	8.66	7.04
1.60	0.1	9.06	8.53	9.13	8.15
1.70	0.1	9.53	9.46	9.60	9.37
1.80	0.1	10.00	10.44	10.06	10.70

Ponto de cálculo A2 (Perfil 90):

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	5.4	6.1	6.3	6.7
K	33	33	33	33
J	0.013762731	0.013762731	0.013762731	0.013763
$Q/(K \cdot J^{1/2})$	1.400754398	1.569100376	1.622246575	1.721536

Condição de igualdade de Manning-Strickler:

$$Q/(K \cdot J^{1/2}) = S \cdot R^{2/3}$$

Prof	Dif	Largura do leito	Área	Perímetro	$S \cdot R^{2/3}$
0.00	0	3.90			
0.40	0.4	4.22	1.62	4.76	0.79
0.50	0.1	4.29	2.05	4.43	1.22
0.60	0.1	4.37	2.48	4.51	1.67
0.70	0.1	4.45	2.92	4.59	2.16
0.80	0.1	4.53	3.37	4.67	2.72
0.90	0.1	4.61	3.83	4.75	3.32
1.00	0.1	4.69	4.29	4.82	3.97
1.10	0.1	4.77	4.77	4.90	4.68
1.20	0.1	4.85	5.25	4.98	5.43
1.30	0.1	4.92	5.74	5.06	6.24
1.40	0.1	5.00	6.23	5.14	7.09
1.50	0.1	5.08	6.74	5.22	7.99
1.60	0.1	5.16	7.25	5.30	8.93
1.70	0.1	5.24	7.77	5.38	9.93
1.80	0.1	5.32	8.30	5.46	10.97
1.90	0.1	5.40	8.83	5.53	12.06
2.00	0.1	5.48	9.38	5.61	13.20

Ponto de cálculo A3 (Perfil 90):

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	8.5	9.6	9.9	10.6
K	33	33	33	33
J	0.0063	0.0063	0.0063	0.0063
$Q/(K \cdot J^{1/2})$	3.261172146	3.668099315	3.799557469	4.0492476

Condição de igualdade de Manning-Strickler:

$$Q/(K \cdot J^{1/2}) = S \cdot R^{2/3}$$

Prof	Dif	Largura do leito	Área	Perímetro	$S \cdot R^{2/3}$
0.55	0.05	2.65	1.03	2.70	0.54
0.59	0.04	2.77	1.14	2.80	0.63
0.60	0.01	2.80	1.17	2.80	0.65
0.65	0.05	2.94	1.31	2.98	0.76
0.70	0.05	3.08	1.46	3.12	0.88
0.80	0.1	3.36	1.78	3.45	1.15
0.90	0.1	3.64	2.13	3.73	1.47
1.00	0.1	3.93	2.51	4.01	1.84
1.10	0.1	4.21	2.92	4.29	2.26
1.12	0.02	4.27	3.00	4.28	2.37
1.20	0.08	7.62	3.48	7.63	2.06
1.30	0.1	11.81	4.45	11.83	2.32
1.40	0.1	15.99	5.84	16.02	2.98
1.50	0.1	20.18	7.65	20.20	4.00
1.60	0.1	24.37	9.88	24.39	5.41
1.70	0.1	28.56	12.52	28.58	7.23
1.80	0.1	32.75	15.59	32.77	9.50
1.90	0.1	36.94	19.07	36.96	12.27
2.00	0.1	41.13	22.98	41.15	15.58
2.1	0.1	45.31	27.30	45.34	19.47

Ponto de cálculo A4 (Perfil 90):

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	11.4	12.9	13.3	14.3
K	33	33	33	33
J	0.002	0.002	0.002	0.002
$Q/(K \cdot J^{1/2})$	7.972	9.002	9.342	9.997

Condição de igualdade de Manning-Strickler:

$$Q/(K \cdot J^{1/2}) = S \cdot R^{2/3}$$

Prof	Dif	Largura do leito	Área	Perímetro	$S \cdot R^{2/3}$
0.60	0.01	3.84	1.92	3.85	1.21
0.65	0.05	3.95	2.12	3.99	1.39
0.70	0.05	4.05	2.32	4.10	1.58
0.74	0.04	4.14	2.48	4.17	1.75
0.80	0.06	5.03	2.75	5.05	1.84
0.90	0.1	6.51	3.33	6.54	2.12
1.00	0.1	7.98	4.06	8.02	2.57
1.10	0.1	9.46	4.93	9.50	3.18
1.20	0.1	10.94	5.95	10.98	3.95
1.30	0.1	12.42	7.12	12.46	4.90
1.40	0.1	13.90	8.43	13.93	6.03
1.50	0.1	15.37	9.89	15.41	7.36
1.60	0.1	16.85	11.51	16.89	8.91
1.70	0.1	18.33	13.27	18.37	10.68
1.80	0.1	19.81	15.17	19.85	12.69
1.90	0.1	21.29	17.23	21.32	14.94
2.00	0.1	22.76	19.43	22.80	17.46
2.1	0.1	24.24	21.78	24.28	20.26
2.2	0.1	25.72	24.28	25.76	23.34
2.3	0.1	27.20	26.92	27.24	26.72
2.4	0.1	28.68	29.72	28.71	30.41
2.5	0.1	30.16	32.66	30.19	34.41

Ponto de cálculo A5 (Perfil 31)

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	12.5	14.1	14.7	15.8
K	33	33	33	33
J	0.004	0.004	0.004	0.004
$Q/(K \cdot J^{1/2})$	5.855	6.626	6.883	7.382

Condição de igualdade de Manning-Strickler:

$$Q/(K \cdot J^{1/2}) = S \cdot R^{2/3}$$

Prof	Dif	Largura do leito	Área	Perímetro	$S \cdot R^{2/3}$
1.1	0.1	3.40	3.58	3.58	3.58
1.2	0.1	3.43	3.92	3.60	4.14
1.3	0.1	3.46	4.26	3.63	4.74
1.5	0.03	4.03	4.97	4.06	5.68
1.6	0.1	5.80	5.46	5.88	5.20
1.7	0.1	7.57	6.13	7.65	5.29
1.8	0.1	9.34	6.97	9.42	5.71
1.9	0.1	11.10	8.00	11.18	6.39
2	0.1	12.87	9.19	12.95	7.32
2.1	0.1	14.64	10.57	14.72	8.48
2.18	0.08	16.05	11.80	16.11	9.58
2.2	0.02	16.48	12.12	16.48	9.88
2.3	0.1	18.60	13.88	18.61	11.41
2.4	0.1	20.72	15.84	20.73	13.24
2.5	0.1	22.84	18.02	22.85	15.38
2.6	0.1	24.96	20.41	24.97	17.84
2.7	0.1	27.08	23.01	27.09	20.64
2.8	0.1	29.19	25.82	29.21	23.79
2.9	0.1	31.31	28.85	31.33	27.30
3	0.1	33.43	32.09	33.45	31.21

Ponto de cálculo A6 (Perfil 90):

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	13.5	15.3	15.9	17.0
K	33	33	33	33
J	0.006	0.006	0.006	0.006
$Q/(K \cdot J^{1/2})$	5.362	6.076	6.316	6.783

Condição de igualdade de Manning-Strickler:

$$Q/(K \cdot J^{1/2}) = S \cdot R^{2/3}$$

Prof	Dif	Largura do leito	Área	Perímetro	$S \cdot R^{2/3}$
0.60	0.01	2.68	1.19	2.69	0.69
0.65	0.05	2.79	1.33	2.85	0.80
0.70	0.05	2.91	1.47	2.96	0.92
0.80	0.1	3.13	1.77	3.25	1.19
0.90	0.1	3.36	2.10	3.48	1.50
1.00	0.1	4.32	2.48	4.34	1.71
1.10	0.1	5.27	2.96	5.29	2.01
1.11	0.01	5.36	3.01	5.36	2.05
1.20	0.09	7.37	3.59	7.38	2.22
1.30	0.1	9.61	4.44	9.62	2.65
1.40	0.1	11.84	5.51	11.85	3.31
1.50	0.1	14.08	6.81	14.09	4.19
1.60	0.1	16.31	8.32	16.32	5.31
1.70	0.1	18.54	10.07	18.55	6.70
1.80	0.1	20.78	12.03	20.79	8.36
1.90	0.1	23.01	14.22	23.02	10.32
2.00	0.1	25.25	16.64	25.26	12.59
2.10	0.1	27.48	19.27	27.49	15.21
2.20	0.1	29.72	22.13	29.73	18.18

Ponto de cálculo A7 (Perfil 90):

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	15.8	18.0	18.7	20.1
K	33	33	33	33
J	0.002	0.002	0.002	0.002
$Q/(K \cdot J^{1/2})$	10.657	12.099	12.587	13.545

Condição de igualdade de Manning-Strickler:

$$Q/(K \cdot J^{1/2}) = S \cdot R^{2/3}$$

Prof	Dif	Largura do leito	Área	Perímetro	$S \cdot R^{2/3}$
0	0	4.15			
0.59	0.04	5.41	2.82	5.44	1.82
0.6	0.01	5.43	2.87	5.44	1.88
0.65	0.05	5.54	3.15	5.58	2.15
0.7	0.05	5.64	3.43	5.68	2.45
0.8	0.1	5.86	4.00	5.94	3.08
0.9	0.1	6.07	4.60	6.15	3.79
1	0.1	6.28	5.22	6.36	4.57
1.1	0.1	6.49	5.85	6.58	5.42
1.2	0.1	6.71	6.51	6.79	6.34
1.3	0.1	6.92	7.20	7.00	7.33
1.42	0.12	7.18	8.04	7.27	8.60
1.5	0.08	10.40	8.74	10.44	7.77
1.6	0.1	14.43	9.99	14.48	7.80
1.79	0.19	22.09	13.46	22.18	9.64
1.8	0.01	22.67	13.68	22.67	9.77
1.9	0.1	28.50	16.24	28.50	11.16
2	0.1	34.32	19.38	34.33	13.24
2.1	0.1	40.15	23.10	40.16	15.98
2.2	0.1	45.98	27.41	45.98	19.41
2.3	0.1	51.81	32.30	51.81	23.57
2.4	0.1	57.63	37.77	57.64	28.50
2.5	0.1	63.46	43.83	63.47	34.24

Ponto de cálculo A8 (Perfil 90):

Tr (anos)	10	50	100	500
Qp(racional)	18.7	22.5	23.4	25.3
K	33	33	33	33
J	0.005	0.005	0.005	0.005
$Q/(K \cdot J^{1/2})$	8.038	9.654	10.052	10.838

Condição de igualdade de Manning-Strickler:

$$Q/(K \cdot J^{1/2}) = S \cdot R^{2/3}$$

Prof	Dif	Largura do leito	Área	Perímetro	$S \cdot R^{2/3}$
0	0	9.40			
0.4	0.4	11.46	4.17	11.61	2.11
0.5	0.1	11.97	5.34	12.16	3.09
0.55	0.05	12.23	5.95	12.43	3.64
0.59	0.04	12.43	6.44	12.66	4.11
0.6	0.01	12.49	6.57	12.71	4.23
0.65	0.05	12.76	7.20	13.00	4.85
0.7	0.05	13.03	7.84	13.29	5.51
0.8	0.1	14.14	9.20	14.42	6.82
0.9	0.1	15.24	10.67	15.54	8.30
1	0.1	16.34	12.24	16.67	9.97
1.1	0.1	17.44	13.93	17.79	11.83
1.2	0.1	18.55	15.73	18.92	13.91
1.3	0.1	19.65	17.64	20.04	16.19
1.4	0.1	20.75	19.65	21.17	18.71
1.5	0.1	21.85	21.78	22.29	21.45
1.6	0.1	22.96	24.02	23.42	24.43
1.7	0.1	24.06	26.37	24.54	27.67
1.8	0.1	25.16	28.83	25.67	31.15
1.9	0.1	26.26	31.40	26.79	34.90
2	0.1	27.37	34.08	27.92	38.93
2.1	0.1	28.47	36.87	29.04	43.23

A7.2 - RISCOS DE SECAS

Classificação do tipo de seca de acordo com as precipitações anuais:

Quantil %	Período de Retorno	Tipo de ano
5	1.05	Muito seco
20	1.25	Seco
50	2	Médio
80	5	Húmido
95	20	Muito húmido

Consulta de dados - Inag (com o acréscimo dos anos de 1994 e 1982 calculados a partir das precipitações médias mensais):

	LEÇA DA PALMEIRA (06E/02UG)					
	Data	Precipitação anual (mm)	F(y)	F(y) %	Pm	Tm
1	1/10/1990 9:00	1459.6	0.92	91.8	0.08	12.26
2	1/10/1984 9:00	1371.1	0.88	88.0	0.12	8.30
3	1/10/1987 9:00	1341.9	0.86	86.3	0.14	7.32
4	1/10/1985 9:00	1308.7	0.84	84.2	0.16	6.35
5	1/10/1993 9:00	1210.5	0.76	76.3	0.24	4.22
6	1/10/1992 9:00	1179.0	0.73	73.1	0.27	3.72
7	1/10/1983 9:00	1128.6	0.67	67.3	0.33	3.06
8	1994 (soma da série mensal)	1123.2	0.67	66.7	0.33	3.00
9	1/10/1986 9:00	1097.4	0.63	63.3	0.37	2.72
10	1/10/1979 9:00	1001.1	0.49	48.9	0.51	1.96
11	1/10/1989 9:00	1000.5	0.49	48.8	0.51	1.95
12	1/10/1991 9:00	915.5	0.35	34.5	0.65	1.53
13	1/10/1981 9:00	897.3	0.31	31.4	0.69	1.46
14	1/10/1988 9:00	731.1	0.08	8.2	0.92	1.09
15	1/10/1980 9:00	579.9	0.01	0.6	0.99	1.01
16	1982 (c/ o mês de nov arbitrado)	505.4	0.00	0.1	1.00	1.00

Parâmetros estatísticos:

Média 1053.175
Desvio-padrão 276.2319038

Distribuição estatística de Gumbel-Chow:

Método de Gumbel-Chow		
T=(n+1)/m	K	y (mm)
17.00	1.735491	1532.57
8.50	1.170276	1376.44
5.67	0.827955	1281.88
4.25	0.575871	1212.24
3.40	0.372283	1156.01
2.83	0.198416	1107.98
2.43	0.044048	1065.34
2.13	-0.09717	1026.33
1.89	-0.22965	989.73
1.70	-0.35681	954.61
1.55	-0.48171	920.11
1.42	-0.60749	885.36
1.31	-0.73809	849.29
1.21	-0.87948	810.23
1.13	-1.04326	764.99
1.06	-1.26203	704.56

Consulta de dados - INAG (dados relativos a 30anos 2000 a 1971)

	BARCELOS (04F/01C)					
	Data	Precipitação anual (mm)	F(y)	F(y) %	Pm	Tm
1	1/10/2000 9:00	2907.4	0.99	98.6	0.01	71.89
2	1/10/1978 9:00	2436.2	0.95	95.0	0.05	19.89
3	1/10/1976 9:00	2312.3	0.93	93.0	0.07	14.26
4	1/10/1977 9:00	2148.5	0.89	89.2	0.11	9.25
5	1/10/1995 9:00	1986.1	0.84	83.6	0.16	6.09
6	1/10/1997 9:00	1983.9	0.84	83.5	0.16	6.06
7	1/10/1987 9:00	1926.7	0.81	81.0	0.19	5.25
8	1/10/1984 9:00	1850.9	0.77	77.1	0.23	4.36
9	1/10/1993 9:00	1712.1	0.68	68.2	0.32	3.15
10	1/10/1985 9:00	1681.7	0.66	66.0	0.34	2.94
11	1/10/1973 9:00	1597.1	0.59	59.1	0.41	2.45
12	1/10/1990	1572.2	0.57	56.9	0.43	2.32

	9:00					
13	1/10/1979 9:00	1533.5	0.53	53.4	0.47	2.15
14	1/10/1996 9:00	1501.4	0.50	50.4	0.50	2.02
15	1/10/1983 9:00	1498.0	0.50	50.1	0.50	2.00
16	1/10/1982 9:00	1472.0	0.48	47.6	0.52	1.91
17	1/10/1972 9:00	1471.3	0.47	47.5	0.53	1.90
18	1/10/1999 9:00	1469.8	0.47	47.3	0.53	1.90
19	1/10/1986 9:00	1348.0	0.35	35.1	0.65	1.54
20	1/10/1994 9:00	1343.1	0.35	34.6	0.65	1.53
21	1/10/1971 9:00	1319.4	0.32	32.2	0.68	1.47
22	1/10/1989 9:00	1311.5	0.31	31.4	0.69	1.46
23	1/10/1981 9:00	1307.0	0.31	30.9	0.69	1.45
24	1/10/1980 9:00	1196.3	0.20	20.3	0.80	1.26
25	1/10/1974 9:00	1190.5	0.20	19.8	0.80	1.25
26	1/10/1998 9:00	1189.2	0.20	19.7	0.80	1.25
27	1/10/1992 9:00	1176.4	0.19	18.6	0.81	1.23
28	1/10/1991 9:00	1056.4	0.10	9.6	0.90	1.11
29	1/10/1988 9:00	878.6	0.02	2.2	0.98	1.02
30	1/10/1975 9:00	823.1	0.01	1.1	0.99	1.01

Pm==prob de recorrência, de um valor máximo anual igualar ou exceder o valor de y

ANO de 1980

Precipitações mensais para o ano de 1980:

	BARCELOS (04F/01C)	LEÇA DA PALMEIRA (06E/02UG)
Data	Precipitação mensal (mm)	Precipitação mensal (mm)
1/1/1980 9:00	146.1	105.0
1/2/1980 9:00	128.0	73.6
1/3/1980 9:00	182.5	117.3
1/4/1980 9:00	41.7	45.6
1/5/1980 9:00	103.0	93.2
1/6/1980 9:00	52.0	10.2
1/7/1980 9:00	39.5	30.1
1/8/1980 9:00	2.0	25.9
1/9/1980 9:00	60.0	41.2
1/10/1980 9:00	112.0	112.4
1/11/1980 9:00	168.0	87.4
1/12/1980 9:00	78.0	25.9

Comparação dos caudais da Certagem com os do rio Cávado:

BARCELOS				CERTAGEM	
Data	Escoamento mensal (dam3)	dam3/mês	m3/s	Escoamento mensal (dam3)	m3/s
1/1/1980 0:00	233010	233010	88.65	596.6	0.23
1/2/1980 0:00	237510	237510	90.37	486.5	0.19
1/3/1980 0:00	209510	209510	79.71	479.7	0.18
1/4/1980 0:00	168030	168030	63.93	654.6	0.25
1/5/1980 0:00	150000	150000	57.07	483.5	0.18
1/6/1980 0:00	110680	110680	42.11	77.3	0.03
1/7/1980 0:00	68950	68950	26.23	187.2	0.07
1/8/1980 0:00	64790	64790	24.65	2989.0	1.14
1/9/1980 0:00	38950	38950	14.82	95.3	0.04
1/10/1980 0:00	89370	89370	34.00	319.5	0.12
1/11/1980 0:00	33380	133380	50.75	247.2	0.09
1/12/1980 0:00	125970	125970	47.93	149.0	0.06

ANO de 1988

Precipitações mensais para o ano de 1988:

	BARCELOS (04F/01C)		LEÇA DA PALMEIRA (06E/02UG)
Data	Precipitação mensal (mm)		Precipitação mensal (mm)
1/1/1988 9:00	384.6		254.0
1/2/1988 9:00	180.5		105.6
1/3/1988 9:00	27.4		12.0
1/4/1988 9:00	197.6		109.0
1/5/1988 9:00	122.5		107.6
1/6/1988 9:00	141.1		77.7
1/7/1988 9:00	60.8		71.0
1/8/1988 9:00	2.9		0.0
1/9/1988 9:00	21.4		12.0
1/10/1988 9:00	205.0		171.8
1/11/1988 9:00	75.6		42.5
1/12/1988 9:00	35.1		20.0

Comparação dos caudais da Certagem com os do rio Cávado:

BARCELOS					CERTAGEM		
Data	Escoamento mensal (dam3)	dam3/mês	m3/s		Escoamento mensal (dam3)	m3/s	l/s
1/11/1987 0:00	Sem info	Sem info	Sem info		Sem info	Sem info	Sem info
1/12/1987 0:00	Sem info	Sem info	Sem info		Sem info	Sem info	Sem info
1/3/1988 0:00	215950	215950	82.16		336.92	0.128	128.19
1/4/1988 0:00	132510	132510	50.42		260.40	0.099	99.07
1/5/1988 0:00	190930	190930	72.64		597.45	0.227	227.31
1/6/1988 0:00	126280	126280	48.05		247.73	0.094	94.25
1/7/1988 0:00	165630	165630	63.02		689.04	0.262	262.16
1/8/1988 0:00	128660	128660	48.95		0	0	0
1/9/1988 0:00	103490	103490	39.38		206.73	0.078	78.65
1/10/1988 0:00	161950	161950	61.62		483.50	0.183	183.96
1/11/1988 0:00	157050	157050	59.75		314.52	0.119	119.67
1/12/1988 0:00	121230	121230	46.13		246.08	0.093	93.62

A7.3 - RISCOS DE PERDA DE BIODIVERSIDADE

Avaliação dos Macroinvertebrados

Os macroinvertebrados, após a identificação em laboratório, foram classificados segundo a Tabela 0.7 e Tabela 0.8, onde o sinal “+” significa presença e o sinal “-” significa ausência da respectiva unidade sistemática. A atribuição do *índice biótico de qualidade da água* foi obtida em função dos organismos recolhidos e de acordo com o grupo identificado mais sensível (Tabela 0.7).

Tabela 0.7 Classificação dos macroinvertebrados segundo os índices bióticos e correspondente qualidade da água. (índice adaptado do método de Collins e colaboradores (1994) e de Pauw e Vanhooren, 1983)

Grupos faunísticos						Índices bióticos					
Qualidade da água	Muito Má		Má		Duvidosa		Boa		Muito Boa		
>3 indivíduos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plecoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Trichoptera	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Ephemeroptera	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Heteroptera, Odonata e Molusca	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
Annelida	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Diptera	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-

Tabela 0.8 Significado dos índices bióticos segundo a classe e a cor correspondente à qualidade da água superficial.

Classe	Índice biótico	Significado	Cor
I	9,10	Águas muito limpas; Águas não contaminadas ou pouco alteradas	Azul
II	7,8	São evidentes alguns efeitos de contaminação	Verde
III	5,6	Águas contaminadas	Amarelo
IV	3,4	Águas muito contaminadas	Laranja
V	0,1,2	Águas fortemente contaminadas	Vermelho

Os macroinvertebrados identificados foram organizados de acordo com a sua sensibilidade de resposta ao stress (poluição) e de acordo com a sua abundância relativa na amostra, respeitando os estudos já efectuados (Barbour *et al*, 1999; Cortes, 1989; Ohio EPA, 1998; Karr, 1998; Cabecinha, 2002; in Teiga 2003) (Tabela 0.9).

Tabela 0.9 Métricas bênticas seleccionadas, e respectiva forma da sua resposta ao stress (perturbação) no ecossistema aquático.

Métrica	Definição	Resposta ao aumento de stress	Referência
% <i>Ephemeroptera</i>	Percentagem de <i>Ephemeroptera</i>	Diminui	Barbour et al 1999
% <i>Plecoptera</i>	Percentagem de <i>Plecoptera</i>	Diminui	Barbour et al 1994
% <i>trichoptera</i>	Percentagem de <i>trichoptera</i>	Diminui	DeShon 1995
% EPT	A soma de <i>Ephemeroptera</i> ,	Diminui	Barbour et al 1999

	<i>Plecoptera e trichoptera</i>		
% Díptera	Percentagem de todas a larvas de Díptera	Aumenta	Barbour <i>et al</i> 1996
% Annelida	Percentagem de Annelida	Aumenta	
% A D	A soma da percentagem de Díptera e Annelida	Aumenta	DeShon 1995

Estas métricas bentónicas foram seleccionadas segundo inúmeros trabalhos publicados (Cortes, 2001; Cortes, 1998; Teiga, 2003), e pelas suas características como métricas ecológicas. Estas características permitem prever, quando usadas no modelo estocástico-dinâmico, o estado ecológico de qualidade da água e dos ecossistemas.

Os resultados encontrados foram graficados e posteriormente utilizadas na construção do modelo estocástico-dinâmico. Estes dados permitiram a comparação dos locais em estudo e o comportamento da qualidade da água nos cenários propostos no modelo estocástico-dinâmico.

A7.5 - RISCOS DE ANTROPOGÉNICOS

Data amostragem: 1/9/2008		Amostra			
Parâmetro	Unidades	A	B	C	D
pH	Escala Sorensen	6.5	6.4	6.2	6.7
Condutividade	$\mu\text{S}/\text{cm}$	475	454	433	802
Limite INAG "Muito Má" (Turvação)		4	4	4	4
Turvação	NTU	5.1	9	7.4	101.5
Limite INAG "Muito Má" (Alcalinidade)		30	30	30	30
Alcalinidade	mgHCO_3/L	21	18	12	55
Limite INAG (SST)		80	80	80	80
SST	mg/L	9	11	6	169
Limite INAG (CBO5)		20	20	20	20
CBO ₅	mgO_2/L	6	10	6	88
Limite INAG (CQO)		80	80	80	80
CQO	mgO_2/L	23.9	34.7	32.9	291.7
Limite INAG "Má" (Oxibilidade)		10	10	10	10
Oxidabilidade	mgO_2/L	10.1	11.2	12	*
Limite INAG (Azoto amoniacal)		4	4	4	4
Azoto amoniacal	mgNH_4^+/L	5.2	7.6	5.4	34.1
Limite INAG (Azoto total Kjeldhal)		3	3	3	3
Azoto total Kjeldhal	mgN/L	5.6	7.1	6.2	47.6
Nitratos	mgNO_3/L	30	33	53	94
Fosfatos	$\text{mgP}_2\text{O}_5/\text{L}$	2.8	3.5	3.4	14.1
Fósforo total	mgP/L	0.72	0.97	0.95	4.91
Limite INAG (Coli totais)		50000	50000	50000	50000
Coliformes totais	nº./100 mL	120667	316333	32500	12300000
Limite INAG (Coli fecais e Est fecais)		20000	20000	20000	20000
Coliformes fecais	nº./100 mL	20500	137500	1500	4140000
Estreptococos fecais	nº./100 mL	14500	73500	900	435000
Ferro	mgFe/L	0.36	0.49	0.62	0.61
Manganês	mgMn/L	0.22	0.3	0.29	**
Sulfatos	mgSO_4/L	24	99	80	119
Cloretos	mgCl/L	73	70	63	99
Classificação global		Muito Má	Muito Má	Muito Má	Muito Má

* devido à quantidade elevada de matéria orgânica na amostra, a determinação da oxidabilidade não é credível

** não foi possível a determinação do manganês devido a interferências

Tabela 0.10 Classes de qualidade da água e seu significado com cores para utilizar em representações cartográficas (INAG, 2008).

CLASSE		NÍVEL DE QUALIDADE DA ÁGUA
A	Excelente	Águas com qualidade equivalente às condições naturais, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.
B	Boa	Águas com qualidade ligeiramente inferior à classe A , mas podendo também satisfazer todas as utilizações.
C	Razoável	Águas com qualidade "aceitável", suficiente para irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes), mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto directo.
D	Má	Águas com qualidade "medíocre". Apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória.
E	Muito Má	Águas extremamente poluídas e inadequadas para a maioria dos usos.

A8 - FICHA DE CARACTERIZAÇÃO

Tabela de Campo de Caracterização e Monitorização do Troço a Reabilitar

(Adaptada de Teiga, 2003)

A -

Nome observador: _____ Bacia hidrográfica: _____ Curso de água: _____ Data: ____/____/____ Estação do ano: _____	Distrito: _____ Concelho: _____ Freguesia: _____ Lugar: _____ Carta militar (1: 25 000) N ^o ____
---	--

Troço:**Débito:**

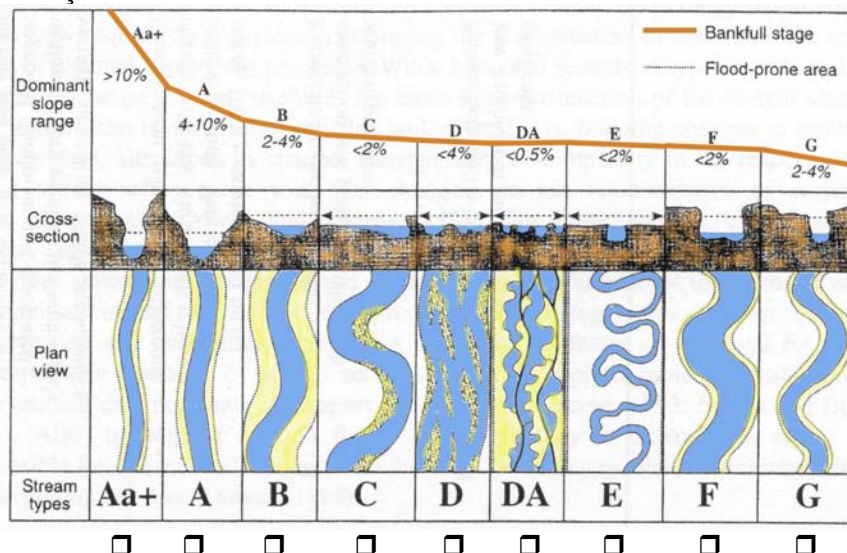
- ☐ Temporário
☐ Permanente

Tipo:

- ☐ Montanha (alto rhithron)
☐ Intermédio (baixo rhithron)
☐ Planície (patamon)

Uniformidade do canal:

- ☐ Canal curvilíneo e sequência lótica / lântica muito marcada
☐ Canal rectilíneo com **reduzida sequência** Lótica/lântica
☐ Velocidade praticamente constante ao longo do troço
☐ Zona lântica e ou artificializada

Morfologia do troço:**Forma dominante do vale:**

- | | | | |
|---|--|--|--|
|
Em V suave <input type="checkbox"/>
Em V profundo <input type="checkbox"/> |
Em V garganta <input type="checkbox"/> |
Terraço <input type="checkbox"/>
Côncavo <input type="checkbox"/> |
Leito de cheia assimétrico <input type="checkbox"/>
Leito de cheia simétrico <input type="checkbox"/> |
|---|--|--|--|

B - Recolha de Dados pontual - 3 Transeptos (3 perfis)

Ribeira:	T1 Margem		T2 Margem		T3 Margem	
0. Nome do local:						
Altitude						
Distância à nascente						
Hora:						
Lado de Amostragem	Esq ^{da} <input type="checkbox"/>	Dr ^{ta} <input type="checkbox"/>	Esq ^{da} <input type="checkbox"/>	Dr ^{ta} <input type="checkbox"/>	Esq ^{da} <input type="checkbox"/>	Dr ^{ta} <input type="checkbox"/>
1. Parâmetros Químicos						
pH (2X)						
Condutividade						
Temperatura						
O₂ mg/L						
O₂ %						
2. Amostras Microbiológicas	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Amostras Físico-químicas	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
3. Macro invertebrados	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
4. Dimensões do canal:						
Dist. Margem D ^{ta} /profundidade	Cm	Prof. cm	Cm	Prof. cm	Cm	Prof. Cm
(Ponto de refer/ água) Prof0:	/		/		/	
T1 Prof1:	/		/		/	
T2 Prof2:	/		/		/	
T3 Prof3:	/		/		/	
Prof4:	/		/		/	
Prof5:	/		/		/	
Largura Canal (sup. água) (m)						
Largura (leito de cheia) (m)						
Declive do Leito: 25m	%	0	%	0	%	0
5. Escoamento do canal:						
Corrente	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Velocidade média	s/ m		s/ m		s/ m	
Escoamento						
0 - Açude/albufera >3m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 - Pego (pool)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Remanso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Corrente/Run	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Rápido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Corrente c/ mta turbulência	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Uso do solo <=5 m/>5-<=25 m						
Uso do solo marginal (m) (□□□MP)	<=5 / >5	<=5 / >5	<=5 / >5	<=5 / >5	<=5 / >5	<=5 / >5
0 - Floresta	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1 - Mato Alto	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2 - Mato rasteiro <1m	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3 - Pastagem	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4 - Agrícola	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5 - Zona edificada	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6 - Zona de lazer	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7 - Zona abandonada	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

7.Vegetação	Esq ^{da}	Dr ^{ta}	Esq ^{da}	Dr ^{ta}	Esq ^{da}	Dr ^{ta}
Continuidade da veg. 25m:						
0 - Continuidade arbórea – sobr copas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 - Continuidade arbórea – com pouca ou nenhuma sobreposição de copas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Descontinua na arbórea e espaços ocupados com arbustos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Zona edificada com arbustos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Zona edificada com silvas ou mato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 – Zona Abandonada com silvas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Zona sem veg. Arbo/arbu só herbácea.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 – Plantação recente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Largura da Vegetação:						
Largura da vegetação ripícola <1m – 1- 5 m – 6-25m – >25m	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Largura Veg aquática (A) no canal (m) <1m – 1- 5 m – 6-25m – >25m	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Largura Rupícola (R) <1m – 1- 5 m – 6-25m – >25m	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Largura veg. nas Margens (M) <1m – 1- 5 m – 6-25m – >25m	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Estado de conservação vegetação						
0 - Ensombramento do leito	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1 - Vegetação sem água	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2 - Raízes expostas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3 - Raízes submersas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4 - Arvore caída	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5 - Bloqueamento da vegetação	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Altura dominante/coberto [10X10m]						
Marginal (Ma)	m/%	m/%	m/%	m/%	m/%	m/%
Arbórea	/	/	/	/	/	/
Arbustiva	/	/	/	/	/	/
Herbácea	/	/	/	/	/	/
Rupícola (Ru)	m/%	m/%	m/%	m/%	m/%	m/%
Arbórea	/	/	/	/	/	/
Arbustiva	/	/	/	/	/	/
Herbácea	/	/	/	/	/	/
Aquática (Aq)						
0 - Helófitos, musgos e líquenes	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1 - Emergentes não graminóides	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2 - Emergentes graminóides	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3 - Flutuantes livres	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4 - Submersas de folha larga	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5 - Submersas filiformes	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vegetação Dominante						
Arbóreas						
0 - <i>Alnus glutinosa</i> - Amieiro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1 - <i>Bétula Celtibérica</i> - Bidoeiro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2 - <i>Celtis australis</i> -Lódão	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3 - <i>Fraxinus angustifolia</i> -Freixo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4 - <i>Populus alba</i> - choupo branco	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5 - <i>Populus nigra</i> - choupo negro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6 - Castanheiro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7 –outra _____	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	Esq ^{da}	Dr ^{ta}	Esq ^{da}	Dr ^{ta}	Esq ^{da}	Dr ^{ta}
Arbóreas Exóticas						
0 - <i>Eucalyptus populus</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
1 - Outra _____						
Arbustivas						
0 - <i>Salix spp.</i> -Salgueiral	□□	□□	□□	□□	□□	□□
1 - <i>Eriça Arbórea</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
2 - <i>Crataegus monagenea</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
3 - <i>Celtis Australis</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
4 - Tamargal / loendroal	□□	□□	□□	□□	□□	□□
5 - <i>Rubus spp.</i> – Silvas	□□	□□	□□	□□	□□	□□
6 - <i>Sambucus nigra</i> - Sabugueiro	□□	□□	□□	□□	□□	□□
7 - <i>Lonicera periclymenum</i> Madre silva	□□	□□	□□	□□	□□	□□
8 - outra _____						
Arbustivas Exóticas						
0 - <i>Acácea Melanoxina</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
1 - <i>Acácea Delbata</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
2 - <i>Arrundo donax</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
3 - <i>Carpobrotus edulis</i> -Chorão	□□	□□	□□	□□	□□	□□
4 - outra _____	□□	□□	□□	□□	□□	□□
Herbáceas						
0 - <i>Urtiga</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
1 - <i>Feto</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
2 - Violetas	□□	□□	□□	□□	□□	□□
3 - Gramíneas	□□	□□	□□	□□	□□	□□
4 - "Rocha"- <i>epipactis atrorubens</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
5 - <i>Lírios -amarelos</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
7 - <i>ranúnculos</i>	□□	□□	□□	□□	□□	□□
8 - Umbelíferas	□□	□□	□□	□□	□□	□□
9 - outra _____	□□	□□	□□	□□	□□	□□
Vegetação aquática	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□
0 - <i>Narcissus Cyclamineus</i> - Narciso	□□	□□	□□	□□	□□	□□
1 - Agriões	□□	□□	□□	□□	□□	□□
2 - Ranunculos	□□	□□	□□	□□	□□	□□
3 - Juncos	□□	□□	□□	□□	□□	□□
4 - Outra	□□	□□	□□	□□	□□	□□
Algas filamentosas	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□
Líquenes (No tronco das arvores)						
Liq. Fruticulosos	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□
Liq. Folhosos	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□
8. Abundância Matéria Orgânica/m²	%	%	%	%	%	%
CPOM (> 1mm)	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/
FPOM (< 1mm)	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/
Folhas e troncos de árvores	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/
Materiais médios <4 cm	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/
Materiais finos-4 cm / c. Areia	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/
Lodo anaeróbio	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/	□□/

	Esq ^{da}	Dr ^{ta}	Esq ^{da}	Dr ^{ta}	Esq ^{da}	Dr ^{ta}
9. Habitat: Leito/margem (ind.fauna)						
0 – Macrófitos submersos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 – Macrófitos emergentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Abrigos rochosos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 – Abrigos calhaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 – Abrigos raízes/ troncos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 – Outros:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Substrato/Solo						
Substrato leito Dominante:		%		%		%
0 - Blocos e rocha > 40 cm	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
1 - Calhaus 20 - 40 cm	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
2 - Cascalho 2 cm - 20 cm	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
3 - Areia 0,5 - 2cm	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
4 - Limo <0,5 mm	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
5 - Solo	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
6 – Artificial (betão)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Substrato margens Dominante		%		%		%
0 - Blocos e rocha > 40 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 - Calhaus 20 - 40 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Cascalho 2 cm - 20 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Areia 0,5 - 2cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Limo <0,5 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Solo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 – Artificial (betão)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Substrato geológico						
0 - Silfioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1- Calcário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Granítico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Xistoso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Arenoso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 -Aluvião	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Outro:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Solo margem: (a 5m -margem estival)						
Encharcamento:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Profundidade : (<10; 10-40; > 40 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura:						
0 - Arenosa ++ areia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 – Limosa ++ (0.002-0.02mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 – Argilosa ++ argila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Estabilidade/Erosão						
Margens Natural/ Artificial	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
Erosão margens 25m:						
0 - Ausente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 - Presente <5 regos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Muito presente > 5 regos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Banco de areia (leito)						
0 - Ausente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 - Presente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Muito presente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Esq ^{da}	Dr ^{ta}	Esq ^{da}	Dr ^{ta}	Esq ^{da}	Dr ^{ta}
Perfil das Margens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0 - Vertical escavado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 - Vertical cortado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Declive > 45%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Suave <45%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Suave Composto <45%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Canalizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Infra-estruturas e Pormenores						
Infra-estruturas no leito						
0 - Ausentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 - Moinho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Açude degradado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Açude/Albufeira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Manilhas - entubado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5- Outra _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alterações de pormenor/poluição:						
0 - Pisoteio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 - Lixos (resíduos domésticos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Entulho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3- Cortes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - Regularização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Afluentes domésticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Afluentes agrícolas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Afluentes industriais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - Outro: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Fauna 0, 1- 5, >5						
Peixes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anfíbios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Répteis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mamíferos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

☐☐☐ - A- Ausente; **P** - Presente; **MP**- Muito Presente em pelo menos >33% da área observada

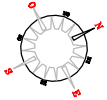
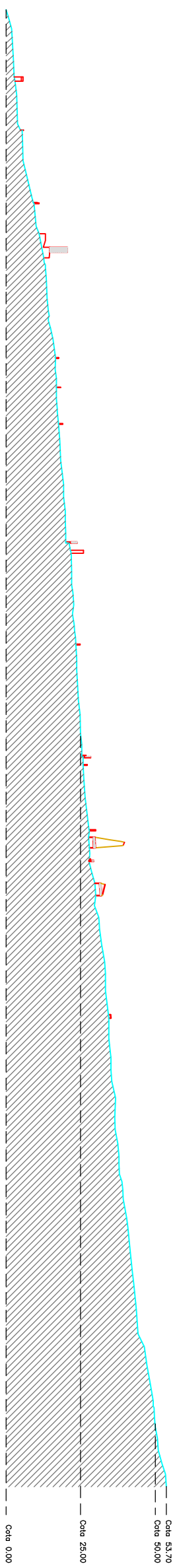
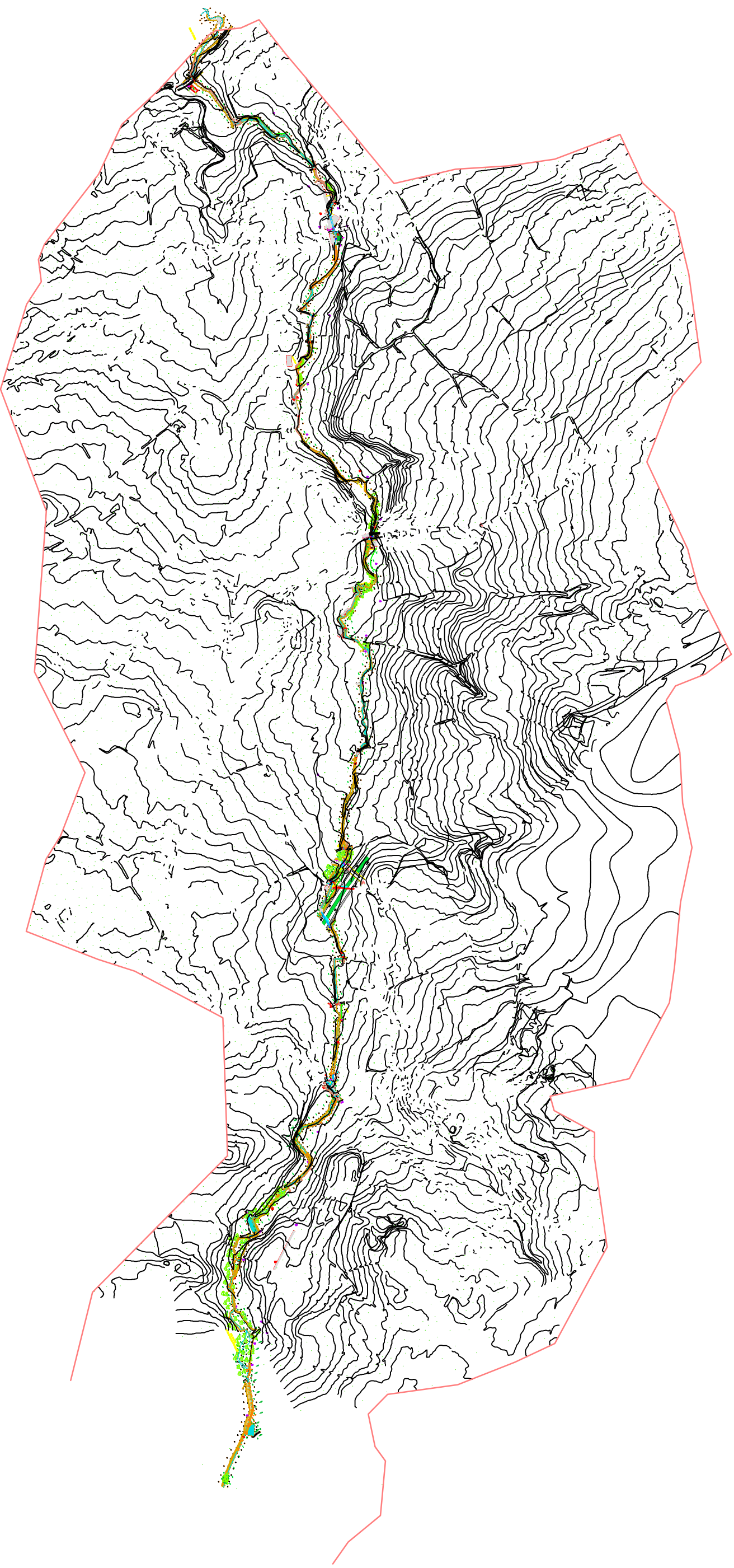
☐☐ - **P**- Presente; **MP**- Muito Presente em pelo menos >33% da área observada

☐ - Presente

14. Outras observações:

A9 - REPORTAGEM FOTOGRÁFICA

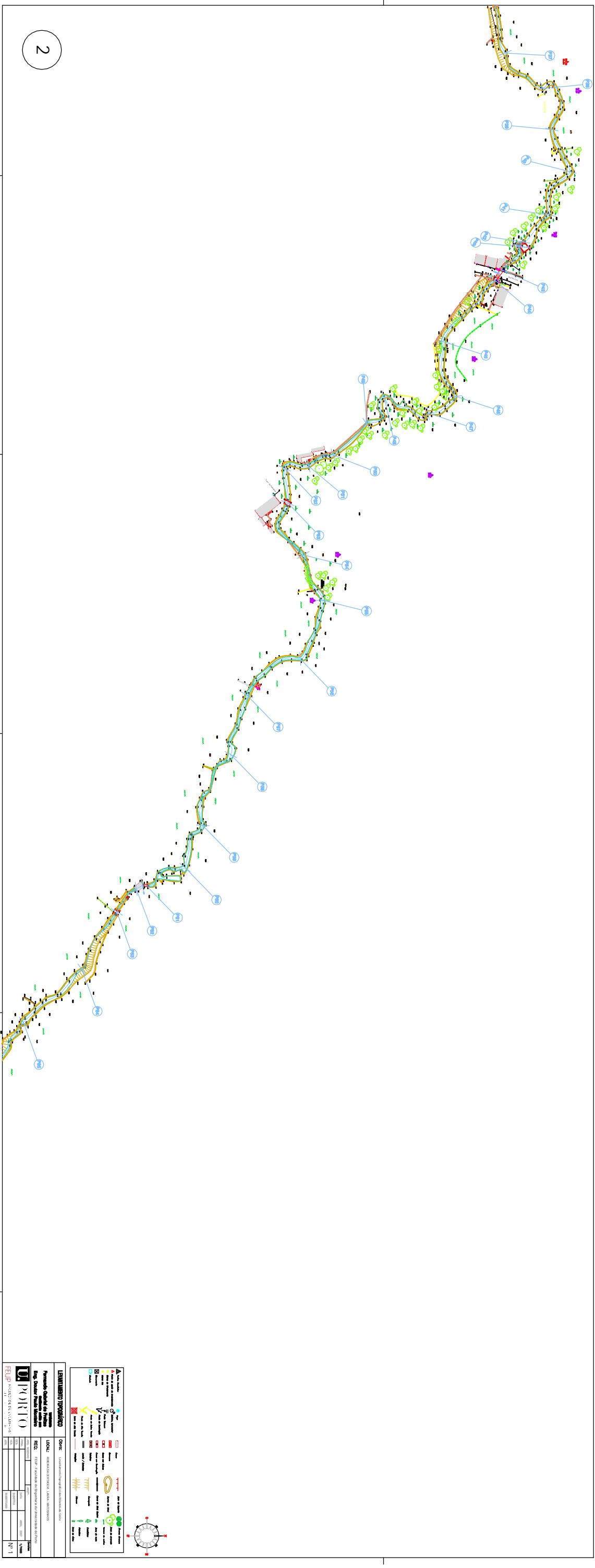
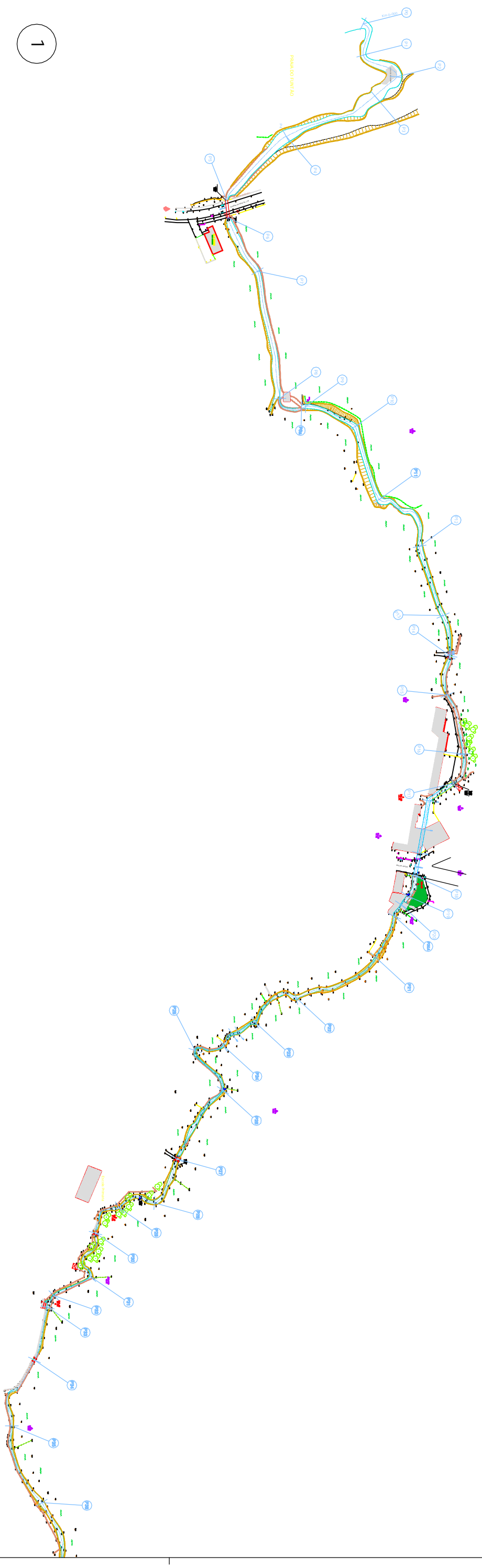
(ver ficheiro na pasta anexos)

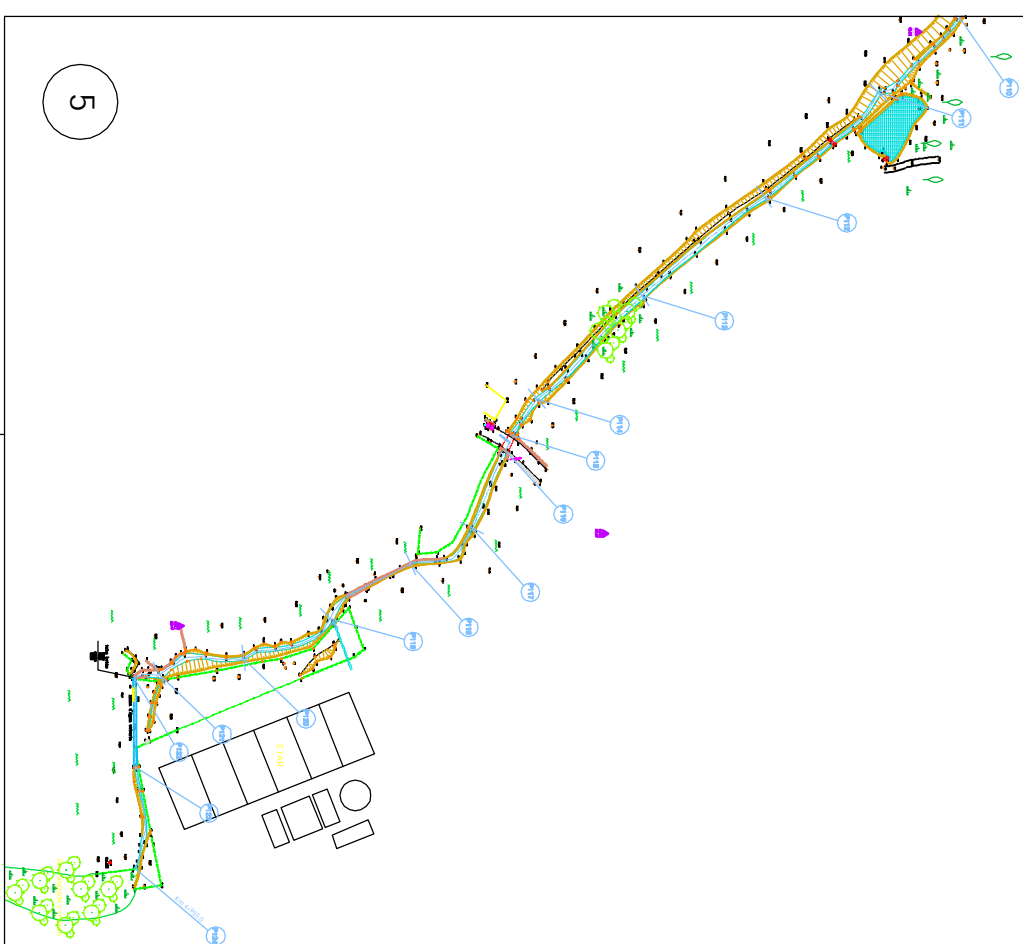
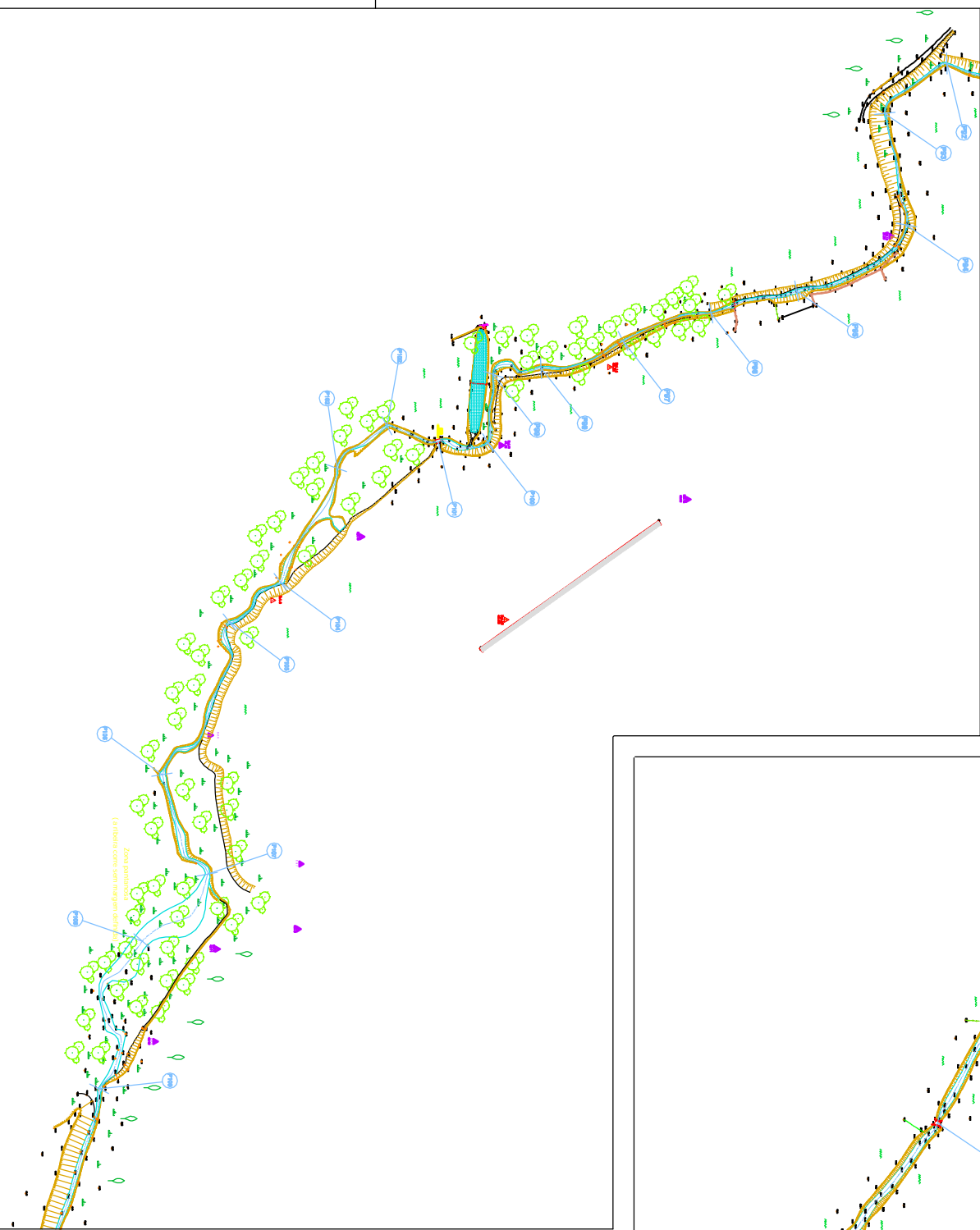
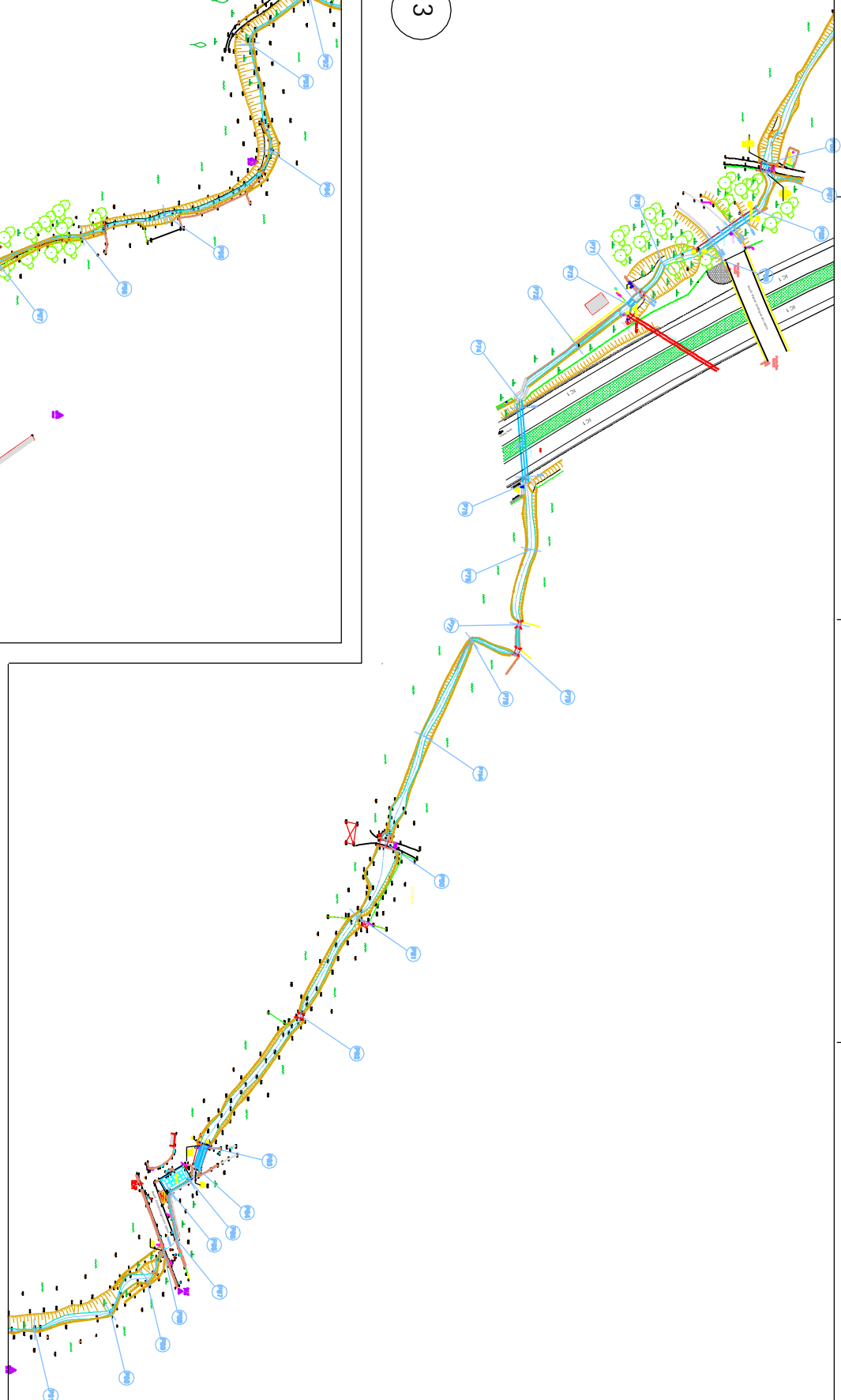


BACIA HIDROGRÁFICA		Curso:																	
Instituto Fernando Gabriel de Freitas Eng. Doutor Paulo Roberto		Licenciamento topográfico na cidade de Curitiba																	
LOCAL:		Município de Curitiba - I. IV. IV. - MATRIZ																	
REGR:		REGR - Resolução de Registro da Universidade do Paraná																	
U PORTO		<table><tr><td>DATA INSCRIÇÃO</td><td>DATA</td><td>DATA</td><td>DATA</td></tr><tr><td>01/01/2007</td><td>01/01/2007</td><td>01/01/2007</td><td>01/01/2007</td></tr><tr><td>01/01/2007</td><td>01/01/2007</td><td>01/01/2007</td><td>01/01/2007</td></tr><tr><td>01/01/2007</td><td>01/01/2007</td><td>01/01/2007</td><td>01/01/2007</td></tr></table>	DATA INSCRIÇÃO	DATA	DATA	DATA	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	FEUP
DATA INSCRIÇÃO	DATA	DATA	DATA																
01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007																
01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007																
01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007	01/01/2007																
FEUP		FEUP																	
FACULDADE DE ENGENHARIA		FACULDADE DE ENGENHARIA																	
CURSO DE ENGENHARIA		CURSO DE ENGENHARIA																	
Nº 00		Nº 00																	

A10 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

(ver ficheiro na pasta anexos)





UNIVERSITY OF THE PACIFIC
FACULTY OF THE DIVINITY

Personal Schedule of the Student

Reg. No. _____

Section _____

LEARNING DEVELOPMENT

Once _____ (Leave blank for the regular class meeting day)

LOCAL _____

REG. _____ (REG. is subject to approval by the Registrar's Office)

Day	Time	Class	Room	Teacher	Notes
Mon	8:00-9:00				
Tue	8:00-9:00				
Wed	8:00-9:00				
Thurs	8:00-9:00				
Fri	8:00-9:00				
Sat	8:00-9:00				
Sun	8:00-9:00				

APRIL 2019

1 April 1st (Monday) **1** April 2nd (Tuesday) **2** April 3rd (Wednesday) **3** April 4th (Thursday) **4** April 5th (Friday) **5** April 6th (Saturday) **6** April 7th (Sunday)

7 April 8th (Monday) **8** April 9th (Tuesday) **9** April 10th (Wednesday) **10** April 11th (Thursday) **11** April 12th (Friday) **12** April 13th (Saturday) **13** April 14th (Sunday)

14 April 15th (Monday) **15** April 16th (Tuesday) **16** April 17th (Wednesday) **17** April 18th (Thursday) **18** April 19th (Friday) **19** April 20th (Saturday) **20** April 21st (Sunday)

21 April 22nd (Monday) **22** April 23rd (Tuesday) **23** April 24th (Wednesday) **24** April 25th (Thursday) **25** April 26th (Friday) **26** April 27th (Saturday) **27** April 28th (Sunday)

28 April 29th (Monday) **29** April 30th (Tuesday)

APRIL 2019

1 April 1st (Monday) **1** April 2nd (Tuesday) **2** April 3rd (Wednesday) **3** April 4th (Thursday) **4** April 5th (Friday) **5** April 6th (Saturday) **6** April 7th (Sunday)

7 April 8th (Monday) **8** April 9th (Tuesday) **9** April 10th (Wednesday) **10** April 11th (Thursday) **11** April 12th (Friday) **12** April 13th (Saturday) **13** April 14th (Sunday)

14 April 15th (Monday) **15** April 16th (Tuesday) **16** April 17th (Wednesday) **17** April 18th (Thursday) **18** April 19th (Friday) **19** April 20th (Saturday) **20** April 21st (Sunday)

21 April 22nd (Monday) **22** April 23rd (Tuesday) **23** April 24th (Wednesday) **24** April 25th (Thursday) **25** April 26th (Friday) **26** April 27th (Saturday) **27** April 28th (Sunday)

28 April 29th (Monday) **29** April 30th (Tuesday)

A11 - PERFIS LONGITUDINAL E TRANSVERSAL

(ver ficheiro na pasta anexos)

A12 - ORTOFOTOMAPAS

(ver ficheiro na pasta anexos)

